

24.1
0-45

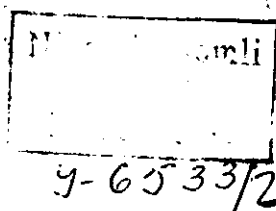
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI**

N.T. OLIMXO'JAYEVA

BIOANORGANIK VA FIZKOLLOID KIMYO

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tibbiyot oliy
o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma
sifatida tavsiya etilgan

Qayta ishlangan va qisqartirilgan ikkinchi nashri



TOSHKENT
«O'ZBEKISTON»
2007

Olimxo'jayeva Nazira Tillaxo'jayevna.

O49 Bioanorganik va fizkolloid kimyo: tibbiyot oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanmasi /N.T. Olimxo'jayeva; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi, O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi. – T.: «O'zbekiston» NMIU, 2007. – 288 b.

BBK24.11ya73+24.6ya73

Taqrizchilar: **U.A. Boltaboyev** – kimyo fanlari doktori, professor;
A.D. Hamroyev – kimyo fanlari doktori, dotsent.

Alimxodjayeva Nazira Tilyaxodjayevna

kimyo fanlari nomzodi, dotsent

BIOANORGANIK VA FIZKOLLOID KIMYO

O'quv nashri

«O'ZBEKISTON» NMIU

Bosh muharrir: *A. Zulpixarov*

Muharrir: *F. Qahhorova*

Musahhih: *G. Azizova*

Texnik muharrir: *T. Filatova*

Sahifalovchilar: *N. Artukova, G. Valiyeva*

Muqova dizayneri: *S. Bobrova*

Bosishga ruxsat etildi 09.01.2007. Bichimi 70x90^{1/16}. Times garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli b.t. 18. Adadi 500 nusxa. Buyurtma 1 200 .

“Toshkent tezkor bosmaxonasi” MChJda chop etildi.

«O'ZBEKISTON» NMIU, 2007

© «PLATINUM PUBLISHERS» MCHJ, 2007

SO'ZBOSHI

Bioanorganik va fizkolloid kimyo fanini tibbiyot oliy o'quv yurti talabalari birinchi o'quv

2. Biogen elementlar kimyosi.

6. Kimyoviy jarayonlarning issiqlik effekti.

7. Kimyoviy termodinamika.

8. Kimyoviy kinetika.

Bioanorganik va fizkolloid kimyo kursining maqsadi: talabalarda kimyoviy jarayonlarni o'rganish asosida tirik organizmda kechadigan modda o'zgarishi mahsulotlarini oldindan sifat va miqdoriy aniqlash ko'nikmalarini fanning hozirgi zamon yutuqlari asosida shakllantirish. Shuningdek, kimyoning muhim nazariy bilimlarini tizimlashtirib, bu bilimlarni tirik organizmda borayotgan normal va patologik holatlardagi jarayonlarga qo'llay bilish va xulosalar chiqarishni o'rgatish.

kerak:

1) eritmalar haqidagi ta'limot, uning asosida elektrolit va noelektrolitlar xossalarini baholash hamda uning biokimyoviy jarayonlar borishiga ta'sirini avvaldan belgilash; eritma tarkibini ifodalash usullari; kislota va asoslarning protolitik nazariyasini qo'llagan holda tirik

ularning biokimyoviy tizimlarda va dorivor moddalarning tibbiyotda ishlatilishida hosil bo'ladigan moddalarni bashorat qilishda qo'llash;

3) biomolekulalar hosil bo'lishi va tuzilishini o'rganishda atom tuzilishi kvant-mexanika nazariyasi asoslarini, kimyoviy bog' hosil bo'lishini o'rganishda hozirgi zamon nazariyasidan foydalanish;

4) biokimyoviy jarayonlarning yo'nalishi va borishini belgilaydigan kimyoviy jarayonlar termodinamikasiga taalluqli asosiy tushuncha va qonunlarni bilish;

5) kimyoviy kinetikaning asosiy qonunlarini biologik sistemalarga tatbiq qila olish.

Bioanorganik kimyo kursini o'zlashtirish natijasida talaba quyidagilarni bajara olishi kerak:

1) mustaqil ravishda o'quv va ma'lumotnoma adabiyotlardan foydalanish hamda ulardagi ma'lumotlarni namunaviy masalalarni yechish va biologik tizimlarga tatbiq qilish;

2) muayyan birikma olish reaksiyasini o'tkazish uchun sharoit tanlash;

3) o'tkazish mumkin bo'lgan kimyoviy jarayonlarni bashorat qilish va boradigan jarayonlar tenglamasini tuzish;

4) tibbiy preparatlar va biologik obyektlarni sifat va miqdor jihatdan analiz qilishda kimyoviy laboratoriya ishlarini zamonaviy usulda bajarish;

5) bajarilayotgan analizga referatlar tuzish va tibbiy amaliyotga tatbiq qilish uchun olingan natijalarni ilmiy asoslab berish.

Qo'llanmada masalalar va ularning yechimlaridan namunalar keltirilgan, bu esa aniq masalalarni yechishda nazariy asoslarni tatbiq etishga yo'llanma bo'ladi. Ularning talqinidan so'ng savollarga javob berish, mashg'ulotlar muhokamasi, masalalar yechish va taklif etilgan laboratoriya ishlarini bajarishga o'tish tavsiya etiladi.

Mazkur qo'llanmaga Toshkent Pediatriya Tibbiyot institutida qator yillar mobaynida o'quv jarayonida umumiy kimyoni o'rganish uchun qo'llanilgan ishlar asos qilib olingan. Mazkur o'quv qo'llanmasi tibbiyot institutining «Bioanorganik va fizkolloid kimyo» kursi o'quv dasturi asosida tuzilgan.

Qo'llanmani tuzishda umumiy kimyoni tibbiyotga mos holda tuzishga alohida e'tibor berilgan.

Kimyoviy laboratoriyada ishlayotgan har bir talaba quyidagi qoidalarga qat'iy rioya qilishi shart:

1) laboratoriyadagi har bir ishlovchiga alohida ish joyi tayinlanadi, uni keraksiz narsalar bilan uyib tashlash, stolga papka, kitoblar va boshqa ortiqcha narsalar qo'yish mumkin emas. Ish joyida tartib va tozalikka rioya qilish kerak;

2) har bir laboratoriya ishidan oldin unga taalluqli nazariy materiallarni o'rganish kerak hamda yo'riqnoma bilan chuqur tanishib, noaniq savollarni aniqlagandan so'ng tajribani boshlash lozim. Har bir laboratoriya ishi alohida bajariladi;

3) elektr quvvati, gaz, suv, reaktivlar tejankorlik bilan ishlatilishi lozim. Tajribalar uchun modda eng kam miqdorda olinadi. Ishlatilmay qolgan yoki ortiqcha olingan reaktivlarni qayta idishga solish mumkin emas. Kam uchraydigan, qimmatbaho va zaharli modda qoldiqlarini laborantda saqlanadigan maxsus idishga to'kish lozim;

4) ishlatilgandan so'ng barcha reaktiv va eritmalar saqlanadigan idish qopqog'ini yopib qo'yish, shu bilan birga, qopqoqlarni almashtirib yubormaslik lozim. Umumiy ishlatiladigan

reaktivlarni o'z ish joyiga olib ketish man qilinadi. Reaktivlarni idishi bilan kitob va daftarlar ustiga qo'yish mumkin emas;

5) laboratoriyada xalat kiyib ishlanadi, u yerda ovqat yeyish, chekish va baland ovozda gaplashish qat'iyan man etiladi;

6) ishini tugatgandan so'ng, foydalanilgan idishlarni yuvib qo'yish, ish joyini tozalash, gaz, suv, elektr asboblarni o'chirib qo'yish zarur.

Hamma o'tkazilgan laboratoriya ishlarining natijalari laboratoriya jurnaliga yoziladi. Jurnalga ana shu ishini bajarish jarayonida zarur bo'lgan nazariy ma'lumotlar, kuzatishlar yoziladi, reaksiya tenglamalari, hisoblar, savollarga javoblar, masalalar yechimi, analizning ilmiy asoslangan natijalari qayd etiladi. Jurnalda yozuv tartibli bo'lishi va aniq yozilishi kerakki, bu ish bilan tanish bo'lmagan kimyogar ham uni o'qib, tajriba qanday bajarilganligi, unda nimalar kuzatilganligi, bajaruvchi qanday xulosaga kelganligi haqida aniq ma'lumotlarga ega bo'la olishi kerak. Laboratoriya jurnalini analiz olib borish mobaynida to'ldirib borish, tajriba bayonida raqamlarni o'zgartirish kerak bo'lsa, ustiga chizib yoniga qayta yozish lozim.

Kimyoviy laboratoriyalarda ishlashda xavfsizlik texnikasi qoidalari

Tajribani qo'llanmada yozilishi bo'yicha olib borish lozim. Qizdirilayotgan kolba va probirka og'zini o'zingizga va yoningizda ishlayotgan talabaga qaratmang. Jarayon (reaksiya) borayotgan idish og'ziga engashib qarash mumkin emas.

Tez alanga oluvchi moddalar bilan ishlayotganda, olovdan uzoqda bo'lish kerak.

O'yuvchi, zaharli va hidi o'tkir moddalar bilan bajariladigan ishini mo'rkonli javon ichida bajarish kerak. Konsentrlangan kislota va ishqorlar ham shu yerga qo'yiladi. Ularning qoldig'ini chanoqqa to'kmang, balki maxsus ajratilgan idishga quying. Zaharli gaz yoki bug' ajralib chiqishi bilan bog'liq barcha ishlar mo'rkonli javon ichida bajariladi.

Issiq idish va asboblarni maxsus taglikka qo'yiladi. Yuz va qo'llarga kislota tekkanda, avval kuchli suv oqimida, so'ngra ichimlik sodasining kuchsiz eritmasida yuviladi; teriga ishqor tekkanda, avval suv bilan, so'ngra suyultirilgan sirka kislotasi eritmasi bilan yuviladi.

Issiq jism va kimyoviy moddalardan kuyganda, lat yegan joyga kaliy permanganatning kuchsiz eritmasi shimdirilgan doka yopiladi. Shisha kesganda, qon kaliy permanganatning kuchsiz eritmasi yoki spirt bilan yuviladi, yaraga yod surtib bog'lab qo'yiladi.

Tarkibida simob, margimush, bariy, qo'rg'oshin saqlovchi tuzlar zaharli ekanini esda tutish lozim, ular bilan ishlagandan so'ng qo'lni yaxshilab yuvish kerak.

Gazlar hidiga ko'ra tekshirilayotganda, probirkani chap qo'lga olib, burundan pastroqda ushlash va o'ng qo'l bilan burun tomon yelpish lozim.

Shuni esda tutish kerakki, kimyoviy laboratoriyalarda ishlash alohida e'tibor, tartib va ishchanlikni talab etadi. Bu – ishdagi yutuqlar mezonidir.

Har bir talaba kimyoviy laboratoriyalarda ishlash xavfsizlik texnikasi qoidalarini o'rganganidan so'nggina laboratoriya ishlarini bajarishiga ruxsat etiladi.

I BOB ERITMALAR

1.1. Xalqaro SI sistemasida eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari

Mashg'ulotning maqsadi. Dorivor modda va biologik obyektlarni tekshirish uchun zarur bo'lgan turli konsentratsiyadagi eritmalar tayyorlashda miqdoriy hisoblarni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Suyuq eritmalar, avvalo, suvli eritmalarining tabiatda ahamiyati katta. Ular tirik organizm uchun, ayniqsa, hayotiy zarur jarayonlar, birinchi navbatda, moddalar almashinuvi uchun zarur omil hisoblanadi. Biologik suyuqliklar: qon plazmasi, limfa, me'da shirasi, siydik va boshqalar oqsil, uglevod, yog' hamda tuzlarning suvda erigan murakkab aralashmalaridir. Dorivor moddalarni ishlatishda ularning suvda eruvchanligi hisobga olinadi. Dorivor modda eritmaları tibbiyotda ishlatilganda, uni qabul qilish miqdori aniq ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Shuning uchun shifokor eritma konsentratsiyasini ifodalovchi birliklarni bilishi kerak.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Moddaning suvda eruvchanligi.
2. Erigan modda, erituvchi, eritma tushunchalari.
3. D. I. Mendeleyevning eritmalar hosil bo'lish kimyoviy nazariyasi.
4. Eritmalar konsentratsiyasi.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Eritma, erigan modda, erituvchi, moddalarning suvda eruvchanligi.
2. To'yingan, to'yinmagan, o'ta to'yingan, konsentrlangan, suyultirilgan eritmalar.
3. Eritmalarining konsentratsiyasi va ularni SI sistemasida ifodalash usullari:
 - 3.1. Komponentning massa ulushi – $\omega(X)$, $\omega(X)\%$.
 - 3.2. Komponentning molyar ulushi – $N(X)$.
 - 3.3. Komponentning hajmiy ulushi – $\varphi(X)$.
 - 3.4. Molyar konsentratsiya – $c(X)$.
 - 3.5. Molyal konsentratsiya – $b(X)$.
 - 3.6. Ekvivalent molyar konsentratsiya – $c(f_{\text{ekv}}(X)X)$.
 - 3.6.1. Ekvivalentlik omili – $(f_{\text{ekv}}(X))$.
 - 3.6.2. Ekvivalent molyar massa – $M(f_{\text{ekv}}(X)X)$.
 - 3.6.3. Ekvivalent modda miqdori – $n(f_{\text{ekv}}(X)X)$.
 - 3.7. Eritmaning titri – $t(X)$.
4. Mavzu bo'yicha masalalar yechish.

Ma'lumotlar yig'indisi

SI sistemasida eritma konsentratsiyasining o'lchov birliklari va asosiy terminlari

Eritmalar deb, ikki va undan ortiq tarkibiy qismlardan (komponentlardan) va ularning o'zaro ta'sir mahsulotidan tarkib topgan bir jinsli (gomogen) sistemalariga aytiladi. Eritmada erigan modda va erituvchi zarrachalari bir tekis tarqalgan bo'lib, ularni mikroskop yordamida ham ko'rib bo'lmaydi. Har qanday eritma erituvchi va erigan moddadan iborat. Agregat holatini saqlab qolib, eritmaga o'tkazadigan hamda ko'proq miqdorda olingan komponent *erituvchi* deyiladi. Masalan: sulfat kislotaning 10% li eritmasida suv erituvchi, sulfat kislota esa erigan moddadir.

Suvda qattiq, suyuq va gazsimon moddalar erishi mumkin. Qattiq moddalarning suvda erishi anchagina murakkab jarayondir. Bunda qattiq modda kristallari sirtidan alohida molekulalar ajralib chiqib, diffuziya tufayli butun erituvchi hajmida taqsimlanishi kuzatiladi.

Kristallning erishi bilan birga teskari jarayon – eritmadagi molekulalarning qayta kristallanishi ham sodir bo'ladi. Erigan modda ortiqcha bo'lsa, bunda ma'lum vaqtdan keyin muvozanat yuzaga keladi. Erigan modda bilan muvozanat holatida bo'ladigan eritma *to'yingan eritma* deyiladi. Ayni temperaturada to'yingan eritmada eng ko'p erishi mumkin bo'lgan modda bo'ladi. *To'yinmagan eritmada* erigan modda miqdori to'yingan eritmaga nisbatan kam bo'ladi. Bunday eritmada qattiq moddaning erish tezligi erigan moddaning cho'kish tezligidan katta bo'ladi. *O'ta to'yingan eritmada* esa erigan modda miqdori to'yingan eritmaga nisbatan ko'p bo'ladi. Bunday eritmalar beqaror bo'lib, erigan modda kristallaridan bir necha donasi tashlansa, eritmada yana kristallanish sodir bo'ladi.

Har qanday modda eruvchanlik bilan tavsiflanadi. Eruvchanlik – moddaning suvda yoki boshqa erituvchida erish xususiyatidir. Eruvchanlikni miqdoriy jihatdan tavsiflash uchun ma'lum temperaturada, 100 g erituvchida eng ko'pi bilan erishi mumkin bo'lgan modda miqdori hisobga olinadi. Erigan moddaning bu miqdori *eruvchanlik* yoki *eruvchanlik koeffitsienti* deyiladi. Masalan, 100 g suvda 18°C da 35,86 g osh tuzi eriydi. Demak, osh tuzining 18°C dagi eruvchanligi 35,86 ga teng. Moddalar eruvchanligiga ko'ra, yaxshi eriydigan, oz eriydigan va yomon eriydigan turlarga bo'linadi. Ammo mutlaqo erimaydigan moddalar bo'lmaydi. Moddalarning eruvchanligiga erigan modda tabiati, temperatura, gazsimon moddalarda bosim ta'sir ko'rsatadi. Erigan modda va erituvchi molekulalari qutbli yoki qutbsiz bog' bilan bog'langan bo'lsa, eruvchanligi kam bo'ladi. Temperatura ko'tarilganda, ko'pchilik moddalarning eruvchanligi ortadi. Masalan, 0°C da 100 g suvda 30 g, 80°C da esa 165 g kaliy nitrat eriydi. Ba'zi moddalarning eruvchanligi temperatura ortishi bilan juda oz o'zgaradi, ba'zilariniki esa kamayadi. Gazlarning eruvchanligi bosim ortishi bilan ortadi.

Erish jarayonida issiqlik ajralishi yoki yutilishi mumkin. Masalan, kaliy gidroksid, natriy gidroksid, sulfat kislota eriganda issiqlik ajralib chiqadi (ekzotermik jarayon), kaliy nitrat, ammoniy xlorid eriganda esa issiqlik yutiladi (endotermik jarayon).

Bir mol modda eriganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu moddaning *erish issiqligi* deyiladi. Masalan, kaliy gidroksidning erish issiqligi $-55,6$ kJ/mol, ammoniy nitratning erish issiqligi esa $+26,4$ kJ/mol.

Eritmalar konsentratsiya bilan tavsiflanadi. *Eritmaning konsentratsiyasi* deb, eritmaning yoki erituvchining muayyan miqdorida erigan moddaning muayyan miqdoriga aytiladi. Shunga ko'ra, eritmalar konsentrlangan va suyultirilgan bo'ladi. Agar erituvchi bilan erigan modda miqdorini solishtirish mumkin bo'lsa, eritma *konsentrlangan*, solishtirib bo'lmasa, *suyultirilgan* deyiladi. Masalan, 100 g suvda 35 g osh tuzi erisa, bu eritma konsentrlangan, 0,35 g erisa suyultirilgan eritma deyiladi.

Eritmalar konsentratsiyasi SI sistemasida ifodalanadi. Bu sistemada massaning asosiy birligi *kilogramm* (kg), *gramm* (g); hajm birligi *litrl* (l), *millilitr* (ml); moddaning miqdoriy birligi *mol* deb qabul qilingan.

Sistemadagi modda miqdori – $n(X)$ – o'lchamli fizik kattalik bo'lib, sistemadagi zarrachalar – atom, molekula, ion, elektron va boshqalar soni bilan ifodalanadi. Bu modda miqdori 0,12 kg ^{12}C izotopida nechta atom bo'lsa, shuncha aniq yoki shartli zarrachalar saqlaydi.

Masalan: $n(\text{HCl}) = 2$ mol; $n(\text{H}^+) = 10^{-3}$ mol; $n(\text{Mg}^{2+}) = 3$ mol.

Molyar massa – $M(X)$ – sistemadagi bir mol modda massasi. Modda massasi uning miqdoriga nisbatini ko'rsatadi. O'lchov birliklari: kg/mol; g/mol.

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)} \text{ g/mol};$$

bu yerda, $M(X)$ – sistemadagi X moddasining molyar massasi;

$m(X)$ – sistemadagi X modda massasi;

$n(X)$ – sistemadagi X modda miqdori.

Masalan: $M(\text{Cl}_2) = 70,916$ g/mol; $M(\text{Ca}^{2+}) = 40,08$ g/mol; $M(\text{NaCl}) = 58,50$ g/mol.

Komponentning massa ulushi – $\omega(X)$, $\omega\%(X)$ – nisbiy kattalik bo'lib, sistema (eritma)dagi berilgan modda (komponent) massasining sistema (eritma) umumiy massasiga nisbatini ko'rsatadi (foiz konsentratsiya tushunchasi o'rniga). U kasr sonlarda va foizlarda (%) ifodalanishi mumkin:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})}; \quad \omega\%(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%.$$

Masalan: $\omega\%(\text{NaCl}) = 20\%$; $\omega\%(\text{HCl}) = 37\%$.

Molyar ulush – $N(X)$ – nisbiy kattalik bo'lib, sistema (eritma)dagi modda (komponent) miqdorining sistema (eritma) umumiy modda miqdoriga nisbatini ifodalaydi:

$$N(X) = \frac{n(X)}{n(\text{eritma})}.$$

Masalan: $N(\text{HCl}) = 0,5$; $N(\text{NaCl}) = 0,8$.

Hajmiy ulush – $\varphi(X)$ – nisbiy kattalik, sistemadagi modda (komponent) hajmining sistema (eritma) umumiy hajmiga nisbatiga teng:

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{eritma})}.$$

Masalan: $\varphi(\text{HCl}) = 0,3$; $\varphi(\text{NaCl}) = 0,5$.

Molyar konsentratsiya – $c(X)$ – erigan modda (komponent) miqdorining sistema (eritma) hajmiga nisbatini ko'rsatadi:

$$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(\text{eritma})}, \text{ mol/l}.$$

Masalan: $c(\text{HCl}) = 0,1550 \text{ mol/l}$; $c(\text{Cu}^{2+}) = 0,2378 \text{ mol/l}$.

Molyar konsentratsiya – $b(X)$ – erigan modda miqdorining erituvchi massaga nisbatini ko'rsatadi:

$$b(X) = \frac{n(X)}{m(\text{erituvchi})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot m(\text{erituvchi})}, \text{ mol/kg}.$$

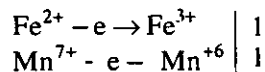
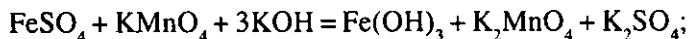
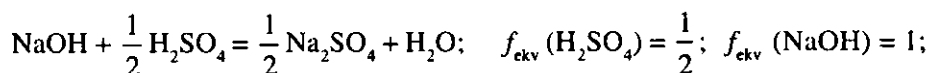
Masalan: $b(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ mol/kg}$.

Ekvivalentlik omili – $f_{\text{ekv}}(X) = \frac{1}{z}$ – o'lchamsiz kattalik, u X moddaning kislota-

asos reaksiyalarida bir vodorod ioniga yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bir elektronga to'g'ri keladigan mavjud zarrachalar ulushini ifodalaydi. Ekvivalentlik omili berilgan reaksiya stexiometriyasi asosida hisoblanadi.

Masalan: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Bu reaksiyani 1 mol NaOH ga nisbatan yozsak:



$$f_{\text{ekv}}(\text{FeSO}_4) = 1; \quad f_{\text{ekv}}(\text{KMnO}_4) = 1.$$

Ekvivalent – $f_{\text{ekv}}(X) X = \frac{1}{z} X$ – o'lchamsiz kattalik, kislota-asos reaksiyalarida bir vodorod ioni yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bir elektronga ekvivalent bo'lgan X moddaning mavjud yoki shartli zarrachalari.

Ekvivalent molyar massa – $M(f_{\text{ekv}}(X)X) = M(\frac{1}{z}X)$ – moddaning bir mol ekvivalent massasi bo‘lib, ekvivalentlik omili bilan shu modda molyar massasining ko‘paytmasiga teng:

$$M(f_{\text{ekv}}(X)X) = M(\frac{1}{z}X) = f_{\text{ekv}}(X) \cdot M(X), \text{ g/mol.}$$

$$\text{Masalan: } M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 98,0 = 49,0, \text{ g/mol.}$$

Ekvivalent modda miqdori – $n(f_{\text{ekv}}(X)X) = n(\frac{1}{z}X)$ – ekvivalent zarrachalardan tashkil topgan modda miqdori:

$$n = \frac{m(x)}{M(\frac{1}{z}X)} \text{ mol.}$$

$$\text{Masalan: } n(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}) = 0,5 \text{ mol; } n(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol.}$$

Ekvivalent molyar konsentratsiya – $c(f_{\text{ekv}}(X)X) = c(\frac{1}{z}X)$ – sistemadagi (eritmadagi) ekvivalent modda miqdorining shu sistema (eritma) hajmiga nisbatiga teng:

$$c(f_{\text{ekv}}(x)X) = c(\frac{1}{z}x) = \frac{n(\frac{1}{z}x)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(x)}{M(\frac{1}{z}x) \cdot V(\text{eritma})} \text{ mol/l.}$$

$$\text{Masalan: } c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000 \text{ mol/l.}$$

Eritma titri – $t(X)$ – 1 ml eritmadagi x modda massasini ko‘rsatadi:

$$t(X) = \frac{m(x)}{V(\text{eritma})} \text{ g/ml;}$$

$$T(\text{HCl}) = 0,003286 \text{ g/ml.}$$

Mavzu bo‘yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. 2,00 l 0,1000 mol/l eritma tayyorlash uchun 96% li H_2SO_4 ($\bar{n} = 1,84\text{g/ml}$) eritmasidan necha ml olish kerak?

Berilgan:

$$\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4) = 96\%;$$

$$\rho = 1,84 \text{ g/ml;}$$

$$V(\text{eritma}) = 2,00 \text{ l;}$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,00 \text{ g/mol}.$$

$$V(\text{eritma}) = ?$$

Yechish:

1. 2,00 l 0,1000 mol/l konsentratsiyali eritmadagi H_2SO_4 massasi topiladi.

Ma'lumki,

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)V(\text{eritma})};$$

bunda,

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{eritma}).$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000 \cdot 98 \cdot 2,00 \frac{\text{mol} \cdot \text{g} \cdot \text{l}}{\text{l} \cdot \text{mol}} = 19,60 \text{ g};$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,60 \text{ g}.$$

2. 19,60 g H_2SO_4 saqlagan 96% li (massa jihatdan) H_2SO_4 eritmasi massasi topiladi:

$$\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%;$$

bunda,

$$m(\text{eritma}) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4)} \cdot 100\%;$$

$$m(\text{eritma}) = \frac{19,60 \cdot 100 \text{ g} \cdot \%}{96 \%} = 20,42 \text{ g}.$$

3. Zichligini bilgan holda, H_2SO_4 eritmasi hajmi aniqlanadi:

$$m(\text{eritma}) = V(\text{eritma}) \cdot \rho(\text{eritma});$$

$$V(\text{eritma}) = \frac{m(\text{eritma})}{\rho(\text{eritma})};$$

$$V(\text{eritma}) = \frac{20,42 \text{ g} \cdot \text{ml}}{1,84 \text{ g}} = 11,10 \text{ ml}.$$

Javob: $V(\text{eritma}) = 11,10 \text{ ml}.$

2- masala. Dorivor preparatlarni analiz qilishda qo'llaniladigan NaOH eritmasining titri 0,003600 g/ml ga teng. Sulfat kislota bilan reaksiyaga kirishib, nordon tuz hosil qiladi. Uning sulfat kislota bilan reaksiyasida ekvivalent molyar konsentratsiyasi qanday? NaOH ning

eritmadagi massa ulushi (%) qanday? 1,00 l shunday eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan NaOH massasini aniqlang.

Berilgan:

$$\rho(\text{NaOH}) = 0,003800 \text{ g/ml};$$

$$V(\text{eritma}) = 1,00 \text{ l} = 1000 \text{ ml};$$

$$M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g/mol};$$

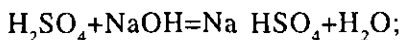
$$\rho(\text{eritma}) = 1,0 \text{ g/ml}.$$

$$c(\text{NaOH}) = ? \quad m(\text{NaOH}) = ?$$

$$\omega\%(\text{NaOH}) = ?$$

Yechish:

Reaksiya tenglamasi quyidagicha:



$$f_{\text{ekv}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1; \quad f_{\text{ekv}}(\text{NaOH}) = 1.$$

Bunday holatda NaOH eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi uning molyar konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

1. 1,00 l eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan NaOH massasi topiladi:

$$\rho(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{V_{\text{eritma}}};$$

$$m(\text{NaOH}) = \rho(\text{NaOH}) V(\text{eritma});$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,003800 \cdot 1000 \text{ g} \cdot \text{ml/ml} = 3,8 \text{ g}.$$

2. Eritmaning molyar konsentratsiyasi topiladi:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma})};$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{3,8 \text{ g} \cdot \text{mol}}{40 \cdot 1 \text{ l} \cdot \text{g}} = 0,0950 \text{ mol/l}.$$

3. 1 litr eritmaning massasi aniqlanadi:

$$m(\text{eritma}) = \rho \cdot V(\text{eritma}) \quad m(\text{eritma}) = 1000 \cdot 1 \text{ ml} \cdot \text{g/ml} = 1000 \text{ g}.$$

4. Eritmadagi NaOH ning massa ulushi (%) topiladi:

$$\omega\%(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%;$$

$$\omega\%(\text{NaOH}) = \frac{3,8 \cdot 100 \text{ g} \cdot \%}{1000 \text{ g}} = 0,38\%.$$

Javob: $c(\text{NaOH}) = 0,0950 \text{ mol/l}$; $\omega\%(\text{NaOH}) = 0,38\%$; $m(\text{NaOH}) = 3,8 \text{ g}$.

Vaziyatli masalalar

1. Me'da shirasi kislotaliyli yetishmovchiligida ishlatiladigan 1,00 l 3,0% li (massa jihatdan) HCl eritmasini tayyorlash uchun uning 30% li ($\rho = 1,152 \text{ g/ml}$) eritmasidan necha ml olish kerak? Hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang (eritmaning standartizatsiyasi NaOH bo'yicha olib boriladi).

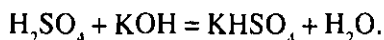
Javob: $V(\text{HCl}) = 84,60 \text{ ml}$; $c(\text{HCl}) = 0,8219 \text{ mol/l}$.

2. Fiziologik eritmaning (0,86%) NaCl ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$) molyar konsentratsiyasini hisoblang. Fiziologik eritma tayyorlash uchun 200 ml 20% li (massa jihatdan) NaCl eritmasiga ($\rho = 1,012 \text{ g/ml}$) qancha suv qo'shish kerak?

Javob: $c(\text{NaCl}) = 0,1470 \text{ mol/l}$; $V(\text{H}_2\text{O}) = 4504 \text{ ml}$.

Test savollari

1. Quyidagi reaksiyada H_2SO_4 ning ekvivalentlik omilini aniqlang:



- a) 1; b) 2; d) 1/2; e) 1/3.

2. NaOH eritmasining titri 0,03600 g/ml ga teng. Shu eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang:

- a) 9 mol/l; b) 0,9 mol/l; d) 0,0014 mol/l; e) 0,014 mol/l.

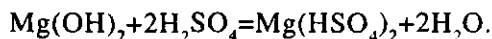
3. Quyidagi qiymat qanday eritmaga taalluqli: $V_{\text{erish}} < V_{\text{kristallanish}}$?

- a) to'yingan eritma; d) o'ta to'yingan eritma;
b) to'yinmagan eritma; e) suyultirilgan eritma.

4. 280 g suvda 40 g glukoza eritilishidan hosil bo'lgan eritmadagi glukozaning massa ulushini aniqlang:

- a) 24,6%; b) 12,5%; d) 40%; e) 8%.

5. Quyidagi reaksiyada H_2SO_4 ning ekvivalentlik omilini aniqlang:



- a) 2; b) 1; d) 1/2; e) 4.

6. Eritmalar necha xil agregat holatda mavjud bo'ladi?

- a) 2; b) 3; d) 1; e) 4.

7. NaOH ning konsentrlangan eritmasini ko'rsating:

- a) 0,36%; b) 0,40%; d) 56%; e) 0,56.

8. NaCl fiziologik eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang ($\omega\%$ (NaCl)=0,86%):

- a) 1 mol/l; b) 0,14 mol/l; d) 1,5 mol/l; e) 9,31 mol/l.

LABORATORIYA ISHI

Berilgan konsentratsiyada eritmalar tayyorlash

Berilgan konsentratsiyada eritma tayyorlash 3 xil usulda olib boriladi:

- 1) qattiq moddadan namuna olish usuli;
- 2) konsentrlangan eritmalarini suyultirish usuli;
- 3) fiksallardan foydalanish usuli.

1- tajriba. Qattiq moddalardan namuna olish usuli bilan buyurilgan konsentratsiyali eritma tayyorlash

O'qituvchidan qaysi tuzdan necha foizli eritma tayyorlash to'g'risidagi topshiriq olingandan so'ng, ish quyidagi tartibda bajariladi:

1) eritma tayyorlash uchun qancha tuz kerakligini hisoblab, uni texnik tarozida 0,01g gacha aniqlik bilan tortib olinadi;

2) suv massasini uning hajmiga teng deb hisoblab, kerakli suvni o'lchov silindrida o'lchab olinadi va tuz solingan stakan yoki kolbaga quyiladi;

3) stakandagi tuz to'liq erib ketguncha eritma uchi rezinali shisha tayoqcha bilan aralashiriladi. Eritish jarayonida eritmaning qizishi yoki sovushi kuzatilsa, eritmaning darajasi xona temperaturasiga kelguncha kutiladi;

4) eritmani quruq o'lchov silindriga quyib, zichligi areometr bilan o'lchanadi. O'lchangan zichlikka mos keladigan eritmaning foizli konsentratsiyasi jadvaldan topiladi;

5) eritma tayyorlashda yo'l qo'yilgan xatolik quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\% \text{ xato} = \frac{(\omega_{\text{naz.}} - \omega_{\text{amaliy}}) \cdot 100\%}{\omega_{\text{naz.}}};$$

6) tayyorlangan eritmaning molyar, ekvivalent molyar va molyal konsentratsiyalari hisoblanadi.

Konsentrlangan eritmalarini suyultirish usuli bilan berilgan konsentratsiyali eritma tayyorlash

2- tajriba. Konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan sulfat kislota eritmasini tayyorlash

1. Berilgan sulfat kislota menzurkaga quyilib, areometr yordamida zichligi aniqlanadi va ilovada berilgan jadvaldan foydalanib, aniqlangan zichlikka mos keladigan foizli konsentratsiyasi topiladi.

2. 100,00 ml 0,1000 mol/l H_2SO_4 eritmasini tayyorlash uchun berilgan kislotadan qancha hajm olinishi hisoblanadi.

3. Hisoblangan hajmdagi H_2SO_4 kichkina menzurkada o'lchab solinadi va uni yarmigacha distillangan suv quyilgan 100,00 ml li o'lchov kolbasiga voronka yordamida asta-sekin quyiladi. O'lchov kolbasidagi aralashma xona haroratigacha sovutiladi va ehtiyotlik bilan kolbaning belgisigacha yana suv quyiladi. O'lchov kolbasi mahkam berkitilib, bir necha marta aralashtirilgach, tayyor bo'lgan eritma laborantga topshiriladi.

1.2. Bufer eritmalarining xossalari

Mashg'ulotning maqsadi. Biologik sistemalarda bufer eritmalarining ta'sir mexanizmini oldindan belgilashni o'rganish, bufer eritmalar pH ini miqdoriy hisoblash va eksperimental aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Bufer sistemalar xossalarini bilish va ularni tibbiy amaliyotda aniq masalalarni hal qilishga tatbiq qila bilish zarur, chunki bu sistemalar organizmda kislota-asos muvozanatini saqlab turishda muhim ahamiyatga ega. Ular qon, hujayra ichi va hujayralararo suyuqliklar kislotaliligini boshqarib turadi, shu bilan birga, ferment va gormonlar yuqori faollikni namoyon qilishi uchun maqbul sharoit yaratib beradi. Tirik organizmda qon pH ining normal qiymati 7,36 ga teng. U bikarbonat bufer sistemasi va qonning butun bufer sig'imi 75% ini tashkil etadigan qudratli gemoglobin va oksigemoglobin bufer sistemasi bilan ta'minlanadi. Arteriyalarda qon pH ining doimiyligi oksigemoglobin-gemoglobin sistemasi bilan ushlab turiladi. Siydik va hazm a'zolari suyuqligida fosfatli buferning bo'lishi muhim ahamiyat kasb etadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

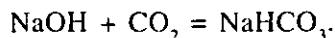
1. Massalar ta'siri qonuni.
2. Kimyoviy muvozanat, kimyoviy muvozanatning siljishi.
3. Suvning ionli ko'paytmasi, vodorod ko'rsatkich.
4. Kuchli va kuchsiz kislota va asos eritmalar nazariyasi.
5. Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari.

Darsda ko‘riladigan savollar:

1. Bufer eritmalar va ularning tasniflanishi.
2. Bufer eritmalarining pH qiymatini aniqlash. Genderson-Gasselbax tenglamasi.
3. Bufer eritmalarining ta‘sir mexanizmi.
4. Bufer sistemalar pH qiymatiga suyultirishning ta‘siri.
5. Bufer eritmalarining biologik ahamiyati.

Ma‘lumotlar yig‘indisi**Bufer sistemalar**

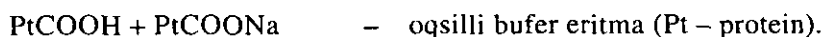
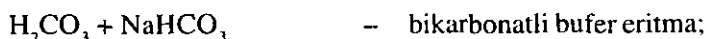
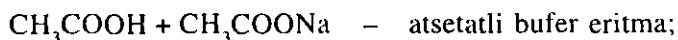
Ko‘pchilik eritmalarining pH qiymati vaqt o‘tishi bilan havodagi kislota va ishqor tabiatli moddalar ta‘sirida o‘zgaradi. Masalan, havodagi CO_2 ning erishi sababli ishqor eritmasining pH qiymati o‘zgaradi. Bunga quyidagi reaksiyaning borishi sabab bo‘ladi:



Lekin shunday eritmalar borki, ularga nafaqat CO_2 , balki oz miqdorda kuchli kislota yoki ishqor qo‘shilganda ham, o‘zining pH qiymatini o‘zgartirmay saqlab qoladi. Bunday eritmalar *bufer eritmalar* yoki *bufer sistemalar* deyiladi.

Ular tarkibiga ko‘ra quyidagilarga bo‘linadi:

1) kuchsiz kislota va shu kislotaning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzi aralashmasidan tashkil topgan:



2) kuchsiz asos va shu asosning kuchli kislota bilan hosil qilgan tuzi aralashmasidan tashkil topgan:

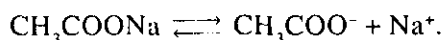
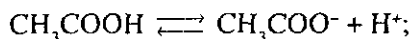


3) ko‘p negizli kislotalarning nordon tuzi aralashmasidan tashkil topgan:



Fosfatli bufer sistemada kislota vazifasini NaH_2PO_4 , asos vazifasini Na_2HPO_4 bajaradi.

Bufer sistemalarining vodorod ko‘rsatkichi (pH) Genderson-Gasselbax tenglamasi bo‘yicha hisoblanadi. Buni atsetatli bufer misolida ko‘rib chiqamiz:



Bufer sistemadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi kuchsiz sirka kislota molekulasining dissotsiatsiyalanish konstantasiga bog'liq:

$$K = \frac{c(H^+) \cdot c(CH_3COO^-)}{c(CH_3COOH)}$$

Bu formuladan vodorod ionlarining konsentratsiyasi topiladi:

$$c(H^+) = \frac{K \cdot c(CH_3COOH)}{c(CH_3COO^-)}$$

Sirka kislotasi kuchsiz kislota bo'lgani sababli juda kam ionlarga ajraladi, ya'ni eritmada ionlanmagan molekulalarning miqdori ko'p. Natriy atsetat tuzi esa kuchli elektrolit bo'lgani uchun ionlarga to'liq ajraladi. Eritmada atsetat ionlarining ko'payishi sirka kislotasining ionlanishini kamaytiradi. Eritmada ionlarga ajralmagan sirka kislotasining molekulalari ko'pligini e'tiborga olib, $c(CH_3COOH)$ ni kislotaning umumiy konsentratsiyasiga teng, deb qabul qilinadi:

$$c(CH_3COOH) = c_{\text{kislota}}$$

Eritmada CH_3COONa yaxshi ionlangani uchun barcha CH_3COO^- ionlari tuzning ionlanishidan hosil bo'ladi. Bu ionlarning konsentratsiyasini tuzning umumiy konsentratsiyasiga teng deb qarash mumkin, ya'ni

$$c(CH_3COO^-) = c_{\text{tuz}}; \text{ u holda, } c(H^+) = K \cdot \frac{c_{\text{kislota}}}{c_{\text{tuz}}}$$

Bu tenglamani logarifmlab, uning qiymati (-1) ga ko'paytirilsa, quyidagi formula kelib chiqadi:

$$-\lg c(H^+) = -\lg K + \lg \frac{c_{\text{tuz}}}{c_{\text{kislota}}}$$

$-\lg c(H^+) = pH$; $-\lg K = pK$ ekanligini hisobga olib, bu formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

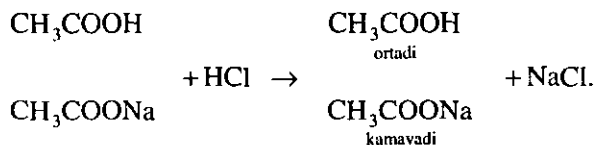
$$\text{kislotali bufer uchun } pH = pK_{\text{kislota}} - \lg \frac{c_{\text{kislota}}}{c_{\text{tuz}}}$$

Shunday qilib, bufer eritmaning pH i olingan tuz va kislota konsentratsiyalarining nisbati bilan ifodalanadi. Xuddi shu yo'l bilan kuchsiz asos va uning tuzidan iborat bo'lgan bufer eritma uchun quyidagi tenglamalarni yozish mumkin:

$$\text{ishqoriy bufer uchun } pH = 14 - pK_{\text{asos}} + \lg \frac{c_{\text{asos}}}{c_{\text{tuz}}}$$

Buferlarga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilganda, ularning pH i amalda o'zgarmaydi, chunki quyida keltirilgan tenglama bo'yicha, qo'shilgan kuchli kislota (ishqor)

ekvivalent miqdordagi kuchsiz kislota (kuchsiz asos) yoki qo'shilgan ishqor (kislota) ekvivalent miqdordagi tuz bilan almashinadi:

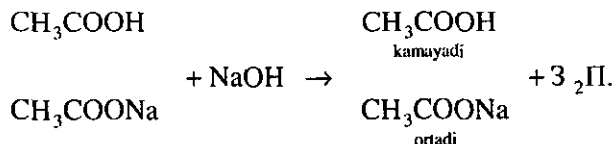


Qo'shilayotgan kislota bufer sistemaning komponentlaridan biri bo'lgan CH_3COONa bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:

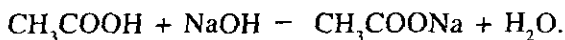


Bunda CH_3COONa ning bir qismi CH_3COOH ga o'tadi. Buning oqibatida, vodorod ionlari to'liq kuchsiz kislota CH_3COOH ga bog'lanadi va $c(\text{H}^+)$ hamda $p\text{H}$ qiymatlari o'zgarmaydi.

Bu sistemaga ishqor qo'shilganda esa quyidagi o'zgarish ro'y beradi:



Qo'shilayotgan ishqor bufer sistemaning komponentlaridan biri bo'lgan CH_3COOH bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Bu jarayonda gidroksid ionlari sirka kislota protoni bilan bog'lanadi. Shuning uchun $c(\text{OH}^-)$ ning konsentratsiyasi ortmaydi, oqibatda, $p\text{H}$ deyarli o'zgarmay qoladi.

Bufer sistemalarni 100 martagacha suyultirish ularning $p\text{H}$ qiymatiga juda kam ta'sir ko'rsatadi, chunki ikkala komponent konsentratsiyasi bir me'yorda kamayadi. Yuqorida keltirilgan tenglamalarga ko'ra, c_{kislota} bilan c_{asos} tuz konsentratsiyasining nisbati o'zgarmaydi.

Bufer sistemalarning $p\text{H}$ ini doimiy ushlab turish cheklangandir va u qo'shilayotgan kislota hamda ishqorning miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Bufer sistemaning reaksiya muhiti o'zgarishiga qarshi turishi bufer sig'im bilan aniqlanadi. Bufer sig'im 1 litr bufer eritmaning $p\text{H}$ qiymatini dastlabki ko'rsatkichiga nisbatan bir birlikka o'zgartirish uchun qo'shiladigan kuchli kislota yoki kuchli asosning mol ekvivalent miqdori bilan belgilanadi:

$$B = \frac{c}{p\text{H}_1 - p\text{H}_0} \text{ mol/l};$$

bu yerda, B – bufer sig'imi;

c – kuchli kislota yoki asosning miqdori, mol/l;

pH_0 – kislota yoki asos qo‘shilgunga qadar bo‘lgan eritmaning vodorod ko‘rsatkichi;

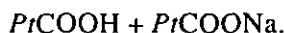
pH_1 – kislota yoki asos qo‘shilgandan keyingi vodorod ko‘rsatkichi.

Buferni tashkil etuvchi kislota (asos) va tuz konsentratsiyasining ortishi bilan sistemaning bufer sig‘imi ortadi. Shunday qilib, bufer aralashmaning pH qiymati faqat komponentlar nisbati va kuchsiz kislota yoki asosning dissotsiatsiya konstantasiga (K_{diss}), bufer sig‘imi esa komponentlar nisbati va ularning konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi.

Biologik sistemalardagi bufer eritmaning pH qiymati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$pH = pK_0 + \lg \frac{C_{\text{proton akseptori}}}{C_{\text{proton donori}}}.$$

Odam organizmida oqsil buferi katta rol o‘ynaydi, u protein (Pr) va uning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzidan tashkil topgan:



Oqsillar hisobiga organizmning hamma hujayralari va to‘qimalari ma‘lum bufer ta‘siriga ega bo‘ladi, masalan, teriga tushadigan oz miqdordagi kislota yoki ishqor tez neytrallanadi.

Qonda gemoglobin, oksigemoglobin, bikarbonat, protein va fosfat bufer sistemalar mavjud.

Bikarbonatli bufer sistema $H_2CO_3 + NaHCO_3$ asosan hujayra tashqarisidagi buferdir. Qon umumiy bufer sig‘imining deyarli 10% i bikarbonat buferga to‘g‘ri keladi. Qonning pH qiymati normal bo‘lganda, ya‘ni $pH = 7,4$ da bikarbonat bufer sistemaning tarkibiy nisbati 1 : 20 ga teng. Qonga kuchli kislota yoki asos tushganda, bikarbonat bufer sistema ta‘sirini quyidagicha ifodalash mumkin.

Masalan, 1,00 l qon zardobiga 10,00 ml 0,1000 molyarli xlorid kislota qo‘shilganda pH 7,4 dan 7,2 ga o‘zgaradi. Agar shuncha miqdordagi xlorid kislota 1,00 l suvga yoki fiziologik eritmaga qo‘shilsa, pH qiymati 7,4 dan 5,0 gacha o‘zgaradi.

Siydikda va ovqat hazm qilish bezlari suyuqligida fosfatli bufer $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$ ning bo‘lishi katta ahamiyatga ega. Fosfatli bufer sistemaning qondagi konsentratsiyasi karbonatli bufer sistemaga nisbatan kamroq. Fosfatli bufer sistema umumiy qon bufer sig‘imining 1% ini tashkil qiladi.

Bufer sistemalar tirik organizmning normal hayot faoliyati uchun juda zarur hisoblanadi.

Mavzu bo‘yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Komponentlari bir xil nisbatlarda olingan 0,1000 mol/l konsentratsiyali sirka kislota va 0,1000 mol/l natriy atsetatdan tashkil topgan atsetatli bufer sistemaning pH ini aniqlang ($pK(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Berilgan:

$$c(CH_3COOH) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$c(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}.$$

$$\text{pH} = ?$$

Yechish: Genderson-Gasselbax tenglamasiga ko'ra:

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{k-ta}} - \lg c_{\text{k-ta}}/c_{\text{tuz}};$$

$$\text{p}K = -\lg 1,8 \cdot 10^{-5} = 5 - \lg 1,8 = 4,75;$$

$$\text{pH} = 4,75 - \lg 0,1000/0,1000 = 4,75;$$

Javob: $\text{pH} = 4,75$.

2- masala. Komponentlarining konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan atsetat buferga 0,0100 mol/l HCl va NaOH eritmalari qo'shilgan keyingi pH ni aniqlang ($\text{p}K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$).

Berilgan:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$c(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$c(\text{HCl}) = 0,0100 \text{ mol/l};$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,0100 \text{ mol/l}.$$

$$\text{pH} = ?$$

Yechish:

1) HCl qo'shilgandan so'ng, kislotaning konsentratsiyasi 0,1100 mol/l, tuzniki esa 0,0900 mol/l bo'ladi:

$$\text{pH} = 4,75 - \lg 0,1100/0,0900 = 4,66; \quad \Delta\text{pH} = 4,75 - 4,66 = 0,09.$$

2) NaOH qo'shilgandan so'ng kislotaning konsentratsiyasi 0,0900 mol/l, tuzniki esa 0,1100 mol/l bo'ladi:

$$\text{pH} = 4,75 - \lg 0,0900/0,1100 = 4,88; \quad \Delta\text{pH} = 4,75 - 4,88 = -0,13.$$

Javob: Bufer sistemaning pH qiymati kislotaga qo'shilgandan so'ng 0,09 birlikka kamayadi, ishqor qo'shilgandan so'ng esa 0,13 birlikka ortadi.

Vaziyatli masalalar

1- masala. Qonda bikarbonatli bufer sistemaning konsentratsiyasi yuqori. Komponentlar nisbati bir xil bo'lib, 0,1000 mol/l H_2CO_3 va NaHCO_3 dan tashkil topgan bufer

sistema suv bilan 100 marta suyultirilganda; $0,0100 \text{ mol/l}$ HCl yoki NaOH qo'shilganda pH qiymati o'zgaradimi? $K_{(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 4,5 \cdot 10^{-7}$.

Javob: komponentlar nisbati bir xil bo'lganda, $\text{pH} = 6,3$;

HCl qo'shilgandan so'ng, $\text{pH} = 6,29$;

NaOH qo'shilgandan so'ng, $\text{pH} = 6,48$ bo'ladi;

100 marta suyultirilganda esa pH o'zgarmaydi.

2- masala. Komponentlar nisbati bir xil bo'lib, $0,5000 \text{ mol/l}$ CH_3COOH va CH_3COONa dan iborat atsetatli bufer sistemaning pH ini aniqlang. $\text{p}K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 4,75$.

Javob: $\text{pH} = 4,75$.

Test savollari

1. Bufer sistemalar organizmda qanday vazifani bajaradi?

- a) osmotik bosimni doimiy saqlab turadi;
- b) organizm biosuyuqligi pH ini doimiy saqlaydi;
- d) qonning pH ini doimiy saqlaydi;
- e) biologik suyuqliklarning pH ini oshiradi.

2. Bufer eritmalarining pH i komponentlar nisbatiga bog'liqmi?

- a) ha;
- b) yo'q;
- d) agregat holatiga bog'liq;
- e) komponentlarning tabiatiga bog'liq.

3. Bufer sig'im qaysi formula bilan aniqlanadi?

- a) $\beta = \frac{c_1 - c_2}{\text{pH}_1 - \text{pH}_0}$;
- b) $\beta = \frac{c}{\text{pH}_1 - \text{pH}_0}$;
- d) $\beta = \frac{c}{\text{pH}_0 - \text{pH}_1}$;
- e) $\beta = \frac{c_1 - c_2}{\text{pH}_0}$.

4. Bikarbonatli bufer qon umumiy bufer ta'sirining necha foizini tashkil qiladi?

- a) 50%;
- b) 75%;
- d) 10%;
- e) 100%.

5. Fosfat bufer qaysi biologik suyuqlikning ko'proq qiymatini tashkil qiladi?

- a) qon;
- b) ovqat hazm qilish shirasi;
- d) siydik va ovqat hazm qilish shirasi;
- e) siydik.

6. Komponentlarining konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan ammiakli bufer sistema 100 marta suyultirilganda uning pH i nechaga teng bo'ladi?

- a) 4,75; b) 4,95; d) 9,25; e) 9,55.

7. Atsetatli bufer sistemaga oz miqdorda HCl qo'shilganda bufer sistema-ning pH qiymati:

- a) keskin ortadi; d) deyarli o'zgarmaydi;
b) keskin kamayadi; e) 2 marta ortadi.

8. Ammiakli bufer sistemaga oz miqdorda NaOH qo'shilganda, bufer sistemaning pH qiymati qanday o'zgaradi?

- a) keskin ortadi; d) deyarli o'zgarmaydi;
b) keskin kamayadi; e) 2 marta ortadi.

9. Komponentlarining konsentratsiyasi 0,5000 mol/l bo'lgan fosfat bufer sistema 10 marta suyultirilganda, pH qiymati qanday o'zgaradi?

- a) o'zgarmaydi; d) juda oz o'zgaradi;
b) 2 marta ortadi; e) 2 marta kamayadi.

10. Oqsil bufer sistemaning komponentlarini ko'rsating:

- a) $CH_3COONa + CH_3COOH$; d) $PtCOOH + PtCOONa$;
b) $H_2CO_3 + NaHCO_3$; e) $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$.

LABORATORIYA ISHI

Bufer eritmalar tayyorlash va ularning xossalarini tekshirish

1- tajriba. Bufer eritma tayyorlash

Tajriba uchun 0,1000 mol/l konsentratsiyali CH_3COOH va CH_3COONa eritmalaridan foydalaniladi.

5 ta bir xil probirkaga jadvalda ko'rsatilgan hajmlarda sirka kislota va uning tuzi eritmaları solinadi.

Har bir probirkaga 3 tomchidan metilzarg'aldog'i solinib aralashtiriladi va jadvalda bufer aralashmalar rangi ko'rsatiladi. So'ngra bufer eritmalar pH ining nazariy qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$pH = pK_{\text{kislota}} - \lg \frac{V_{\text{kislota}}}{V_{\text{tuz}}}$$

Probirka	Bufer aralashmaning tarkibi, ml		Aralashma pH ining hisoblangan qiymati	Indikator qoshilgandan keyingi rangi
	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa		
1	10,0	10,0		
2	5,0	5,0		
3	12,0	8,0		
4	8,0	12,0		
5	5,0	15,0		

2- tajriba. Suyultirishning bufer eritma pH iga ta'siri

Probirkada 5,00 ml sirka kislota va xuddi shunday hajmdagi uning tuzidan tashkil topgan bufer aralashma tayyorlanadi. Shu aralashmadan 2,00 ml olib boshqa probirkaga solinadi va 6,00 ml suv qo'shib suyultiriladi. Har bir probirkaga 2 tomchidan metilqizili indikator qo'shiladi. Eritma qaysi rangga bo'yaladi? Suyultirishning bufer eritma pH iga ta'siri haqida xulosa chiqariladi.

3- tajriba. Kislota va ishqorning bufer eritma pH iga ta'siri

3 ta probirkada 5,00 ml CH₃COOH va 5,00 ml CH₃COONa dan tashkil topgan bufer eritma tayyorlanadi. Birinchi probirkaga 5 tomchi 0,1000 mol/l HCl, ikkinchisiga 5 tomchi 0,1000 mol/l NaOH eritmasi, uchinchisiga esa 5 tomchi distillangan suv solib, metilqizili indikator tomiziladi. Eritmalarning rangi belgilanadi. Oz miqdordagi kislota va ishqorning bufer eritma pH iga ta'siri to'g'risida xulosa chiqariladi.

4- tajriba. Qon zardobining bufer sig'imini aniqlash

2 ta kolbaga 5,00 ml dan qon zardobi o'lchab solinadi ($pH = 7,4$). Kolbalarining biriga 2 tomchi fenolftalein qo'shib, 0,1000 mol/l NaOH eritmasi bilan och pushti ranggacha titrlanadi.

Ikkinchi kolbaga 2 tomchi metilzarg'aldog'i indikator qo'shib, 0,1000 mol/l HCl eritmasi bilan sariq-pushti ranggacha titrlanadi. Natijalar jadvalga kiritiladi va qon zardobining bufer sig'imi asos va kislota nisbatan quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$B_{\text{kislota}} = \frac{c_{\text{kislota}} \cdot V_{\text{kislota}} \cdot 200}{pH_0 - pH_1};$$

$$B_{\text{asos}} = \frac{c_{\text{asos}} \cdot V_{\text{asos}} \cdot 200}{pH_1 - pH_0}.$$

Tartib ¹	V(qon zardobi)	V(HCl)	pH ₀	pH ₁	B(qon zardobi)

1.3. Eritmalarning kolligativ xossalari

Mashg'ulotning maqsadi. Eritmalarning kolligativ xossalari, osmotik bosimi haqida ma'lumotga ega bo'lib, biologik suyuqliklar va dorivor preparatlar eritmalarining osmotik bosimi miqdorini hisoblashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Osmos hodisasi o'simlik va tirik organizmlar hayotida katta rol o'ynaydi. Hujayra yuzasi va organizm to'qimalari qobiqlari yarim o'tkazgich membrana xossalariga ega. Osmotik bosim organizm ichida eng muhim omil bo'lib, uning turli qismlarida suv taqsimotini belgilaydi, qiymati doimiydir. U organizmdagi oziq-ovqat mahsulotlarining so'rilishi va yutilishiga yordam beradi.

Odam qonida va boshqa biologik suyuqliklarda osmotik bosim doimiylik ta'minlanib turiladi. Tana harorati 37° C bo'lganda, qonning osmotik bosim qiymati 740–780 kPa (7,7 atm.) oralig'ida bo'ladi. Bosimning bunday qiymati turli moddalarning qondagi miqdoriga bog'liqdir.

Biologik suyuqliklar osmotik bosimining qiymatini buzmaslik uchun odam va hayvon organizmiga faqat izotonik eritmalarini katta hajmda quyish mumkin. Gipertonik eritmalar tomir tortishi va shamollash jarayonida inyeksiya holida ishlatiladi, gipotonik eritmalar esa ishlatilmaydi.

Mavzuni chuqur o'zlashtirgan holda dorivor preparatlar eritmaları va turli biologik suyuqliklar osmotik bosimini, konsentratsiyasini va boshqalarni aniqlash mumkin.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elektrolit va noelektrolitlar.
2. Diffuziya jarayoni.
3. Eritmalarning turlari.
4. Eritmalarning konsentratsiyasini ifodalash usullari.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Eritmalarning kolligativ xossalari.
2. Osmos hodisasi va osmotik bosim.
3. Vant-Goff qonuni va izotonik koeffitsient.
4. Giper-, gipo- va izotonik eritmalar.
5. Plazmoliz va gemoliz.
6. Osmos turlari va ularning biologik jarayonlardagi ahamiyati.
7. Elektroosmos va anomal osmos.
8. Eritma ustidagi bug' bosimi va Raul qonuni.
9. Ebulioskopiya va kriioskopiya.
10. Osmos hodisasining tibbiyotdagi ahamiyati.

Ma'lumotlar yig'indisi

Eritmalarning kolligativ xossalari

Eritmalarda qator xossalar borki, ular erigan modda tabiatiga emas, balki eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Bunday xossalarga eritmalarning *kolligativ xossalari* deyiladi.

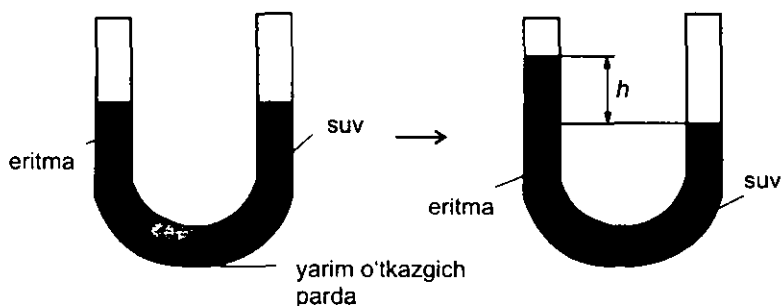
Ideal holatga yaqinlashgan, ya'ni o'ta suyultirilgan eritmalarda kolligativ xossalar deganda eritmalarning osmotik bosimi, eritma sathidagi bug' bosimining kamayishi, eritma qaynash temperaturasining ortishi, muzlash temperaturasining pasayish holatlari tushuniladi.

Eritmalarning kolligativ xossalarini o'rganish erigan modda massasi, ularning dissotsiatsiyalanish darajalari va assotsiatsiya qiymatlarini aniqlash imkoniyatlarini beradi.

Osmos hodisasi va osmotik bosim

Eritmalardagi osmos hodisasi eritma hosil bo'lishidagi molekular kinetik mexanizmning tarkibiy qismlaridan bo'lgan diffuziya jarayoni natijasida yuzaga keladi. Ma'lumki, erigan modda va erituvchi zarrachalari doimo harakatda bo'ladi.

Agar shisha silindrga biror moddaning, masalan, kaliy bixromatning quyuq eritmasi solinib, uning ustiga ehtiyotkorlik bilan suv quyilsa, modda zarrachalari vaqt o'tishi bilan butun suyuqlik hajmiga baravar tarqaladi va bu jarayon butun hajmda moddaning konsentratsiyasi bir xil bo'lguncha davom etadi, ya'ni diffuziya hodisasi ro'y beradi.



1- rasm. Osmos hodisasi.

Agar eritma va toza erituvchi orasiga yoki har xil konsentratsiyali eritmalar orasiga faqat erituvchi molekulari o'ta oladigan yarim o'tkazgich to'siq – membrana joylashtirilsa, erituvchi molekularining membrana orqali eritmaga va eritmadan toza erituvchiga o'tishi kuzatiladi (1- rasm). Ammo erituvchi molekularining toza suvdan eritmaga o'tish tezligi erigan moddaning konsentratsiyasi kamroq bo'lgan eritmadan konsentratsiyasi yuqori bo'lgan qatlamga o'tishiga qaraganda ko'proq bo'ladi. Bu jarayon

ikkala eritma orasidagi konsentratsiyalar farqi tenglashguncha davom etadi. Buning natijasida konsentratsiyasi yuqori bo'lgan bo'limdagi eritmaning hajmi ko'payadi (konsentratsiyasi kamayib, ideal eritmaga yaqinlashadi). Natijada, gidrostatik bosim qiymati ortadi va erituvchi molekulalarining teskari tomonga qarab o'tishi kuchayadi. Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng eritmalarning sath o'zgarishlari (ularning sathlari orasida masofa qiymatining (h) o'zgarishi) to'xtaydi.

Erituvchining (diffuziya hisobiga) yarim o'tkazgich membrana orqali erigan modda konsentratsiyasi kam bo'lgan eritmadan erigan modda konsentratsiyasi ko'p bo'lgan eritmaga o'z-o'zidan o'tish jarayoni *osmos* deb ataladi. Osmos holatini to'xtatish uchun eritmaga ta'sir ettirish zarur bo'lgan bosim qiymatiga *osmotik bosim* (P) deyiladi.

Osmotik bosim osmometr yordamida o'lchanadi. Osmometr ilk bor 1877- yilda Pfeffer tomonidan yasalgan.

Osmotik bosim quyidagi omillarga bog'liq:

– o'zgarmas temperaturada osmotik bosim erigan modda konsentratsiyasiga (c) to'g'ri proporsional ($T = \text{const}$ $P_{\text{osm}} = k \cdot c$);

– konsentratsiya o'zgarmas bo'lganda, osmotik bosim absolut temperaturaga to'g'ri proporsional ($c = \text{const}$ $P_{\text{osm}} = k \cdot T$).

Shu ikki holat (P_{osm} ning temperatura va konsentratsiyaga bog'liqligi)ga asoslangan holda, Vant-Goff o'z qonunini (1887- yil) kashf etdi: *eritmaning osmotik bosimi eritmada erigan moddaning gaz holatida bo'lgan va eritma hajmiga teng bo'lgan hajmni egallagan holatda ko'rsatadigan bosim qiymatiga teng bo'ladi*.

Demak, ideal eritmaning osmotik bosimini Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi bo'yicha hisoblab topish mumkin:

$$PV = nRT; \quad (1)$$

$$P_{\text{osm.}} \cdot V = nRT; \quad (2)$$

bu yerda, V – eritma egallagan hajm;

R – gaz doimiysi – $8,311 \text{ l} \cdot \text{kPa} / \text{mol} \cdot \text{K}$;

T – absolut temperatura – 273K ;

n – erigan moddaning mollar soni.

Agar Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi $P_{\text{osm.}}$ ga nisbatan yechilsa,

$$P_{\text{osm.}} = \frac{nRT}{V}. \quad (3)$$

$c = n/V$ bo'lgani uchun c ning qiymatini (3) tenglamaga qo'yilsa, Vant-Goff qoidasining matematik ifodasi kelib chiqadi:

$$P_{\text{osm.}} = cRT. \quad (4)$$

Bu tenglama noelektrolit moddalar eritmasining osmotik bosimini aniqlash imkonini beradi.

Vant-Goff qoidasiga ko'ra, bir xil konsentratsiyali har xil moddalar o'zaro teng osmotik bosimga ega bo'lishi kerak degan xulosa kelib chiqishi mumkin. Ammo amalda bunday holat kuzatilmaydi. Bunga sabab, turli tabiatli moddalarning ionlanish va assotsiatsiyanish darajalari har xil bo'ladi. Shu sababdan yuqoridagi tenglamaga (agar modda elektrolit bo'lsa) Vant-Goffning izotonik koeffitsienti tushunchasi (i) kiritiladi va formula quyidagicha yoziladi:

$$P_{\text{osm.}} = icRT. \quad (5)$$

Bu formula elektrolitlar eritmasining osmotik bosimini aniqlash imkonini beradi.

O'z navbatida, i eritmadagi ionlar soni (N_i)ning umumiy molekular soni (N_o)ga bo'lgan nisbatiga teng:

$$i = N_i / N_o. \quad (6)$$

i ning absolut qiymatini aniqlash uchun quyidagi tenglamani keltirib chiqarish mumkin:

$$i = 1 + \alpha(n - 1); \quad (7)$$

bu yerda, α – elektrolitning dissotsiatsiya darajasi;

n – eritmadagi ionlar soni.

Masalan, NaCl uchun (kuchli elektrolit $\alpha = 1$) $i = 1 + 1(2 - 1) = 2$, chunki NaCl ikkita ionga dissotsiatsiyanadi, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ uchun ($\alpha = 1$) $i = 1 + 1(5 - 1) = 5$, chunki $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ beshta ionga dissotsiatsiyanadi.

Ma'lumki, eritmaning molyar konsentratsiyasi $c(X)$ quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(\text{eritma})}, \text{ mol/l.} \quad (8)$$

Shu sababli (4) tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P_{\text{osm.}} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(\text{eritma})} RT. \quad (9)$$

Ushbu tenglama asosida eritmaning hajmi, osmotik bosimi va erigan modda massasini bilgan holda nonelektrolit tabiatli moddalarning molekular massasini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$M(X) = \frac{m(X)}{P_{\text{osm.}} \cdot V(\text{eritma})} RT. \quad (10)$$

Eritmalar osmotik bosim qiymatiga ko'ra:

1) izotonik – $P_{\text{stand.}} = P_{\text{osm.}}$;

2) gipertonik – $P_{\text{stand.}} < P_{\text{osm.}}$;

3) gipotonik – $P_{\text{stand.}} > P_{\text{osm.}}$.

turlarga bo'linadi.

Standart qilib olingan eritma osmotik bosimiga teng osmotik bosimli eritmalar *izotonik* deyiladi, osmotik bosimi standart eritmanikidan katta bo'lganlari – *gipertonik*, kamlari esa *gipotonik eritmalar* deyiladi.

Biologik sistemalarda standart eritma sifatida osmotik bosimi 740–780 kPa (7,6–7,8 atm) bo'lgan hujayra ichi suyuqligi (qon) qabul qilingan. Organizmdagi biosuyuqliklarning osmotik bosim qiymati ularda erigan quyi molekular va kolloid holatdagi yuqori molekular moddalar (asosan oqsillar) hisobiga kelib chiqadi. Qon va to'qimalar orasidagi suv almashinuvi zardob tarkibidagi oqsil molekularlarining miqdori bilan belgilanadigan onkotik bosim (kolloid-osmotik bosim) hisobiga sodir bo'ladi va u umumiy bosim qiymatining taxminan 0,5% ini tashkil qiladi. Odam qon-tomir sistemasining onkotik bosimi qiymati taxminan 4 kPa ni, to'qima va limfa suyuqliklarini esa 1,33 kPa ni tashkil etadi.

0,86% li NaCl eritmasining osmotik bosimi qonning osmotik bosimiga teng, ya'ni bu eritma izotonik eritma hisoblanadi. Glukozaning 4,5–5% li eritmasi ham izotonik eritmadir. Bu eritmaları odam organizmiga ko'plab (litrlab) quyish mumkin.

Odam organizmidagi osmotik bosimning doimiy saqlanib turishiga *izoosmiya* deyiladi. Izoosmiyaning buzilishi organizm uchun xavflidir.

Gipertonik eritmaların organizmga kiritilishi hujayralarning siqilishiga olib keladi, bu yallig'langan hujayralar uchun foydalidir. Shuning uchun yallig'lanishga qarshi dorivor preparat sifatida tomirga 10–20 ml glukozaning 40% li eritmasi yuboriladi. Gipertonik eritmaning organizmga haddan tashqari ko'p yuborilishi *plazmoliz* hodisasiga olib keladi, bunda hujayra siqiladi va halok bo'lishgacha borishi mumkin (ekzoosmos jarayoni). O'z navbatida, gipotonik eritmalar yuborilsa, hujayra bo'rtishi va qobig'ining yorilishiga olib keladi va *gemoliz* yuz beradi (endoosmos hodisasi).

Sitoliz – hayvon va o'simlik to'qimalarining turli tashqi omillar ta'sirida, ko'pincha hujayra yarim o'tkazgich membranasining ikki tomonida osmotik bosimning o'zgarishi natijasida kelib chiqadigan holat.

Gemolizning xavfli oqibatları yuqoridagi hodisalardan tashqari, hujayra qobig'i (membrana) o'tkazuvchanligining susayishiga ham bog'liq, bu, masalan, organizmga strofantin, novurit, geparinlar kiritilishi natijasida yuz beradi.

Me'yorida ortiq sho'r yoki shirin oziq-ovqatlar iste'mol qilinganda, organizm chanqoqni his etadi, ya'ni hujayralararo suyuqliklarda osmotik bosim oshayotgani haqida xabar qiladi.

Osmos turlari va osmos hodisalarining biologik jarayonlardagi ahamiyati

Tirik organizmda o'zaro qator gradient turlari ajratiladi. Bulardan quyidagilarni keltirish mumkin:

- 1) konsentratsiya gradienti;
- 2) osmotik gradient;

- 3) elektr gradienti;
- 4) suyuqlikning gidrostatik bosim gradienti.

Osmotik va elektr gradientlari hisobiga kelib chiqadigan osmos hodisalari quyidagilarga bo'linadi:

- 1) osmos;
- 2) elektroosmos;
- 3) anomal osmos.

Osmos hodisasi o'simlik va hayvon organizmlari uchun katta ahamiyatga ega. U hujayra va hujayralararo strukturalarni yetarlicha suv bilan ta'minlab turishga yordam beradi. Bunda vujudga kelgan osmotik bosim hujayralarning turg'unligiga, ya'ni ularning o'ziga xos tarangligiga sabab bo'ladi. Shu bilan birga, u to'qimalar elastikligi, organlarning ma'lum shaklda bo'lishini saqlab turishga yordam beradi.

Osmos hodisasi tirik organizmda ko'pgina jarayonlarni amalga oshirishda bevosita ishtirok etadi. Jumladan, qon va to'qima orasidagi suv almashinuvini ta'minlab beradi. Odam qonining osmotik bosimi 740–780 kPa (7,6–7,8 atm) bo'ladi va u qonda erigan barcha moddalar hisobiga kelib chiqadi. Bu moddalardan eng ahamiyatlisi oqsillardir. Ular qonning onkotik (kolloid-osmotik) bosimini belgilaydi. Qonning umumiy osmotik bosimi uning onkotik bosimidan qariyb 200 marta katta. Ammo suv almashinuvi jarayonida oqsillar asosiy komponent (tarkibiy qism) rolini o'ynaydi, chunki membrana devorlaridan o'ta olmaydi.

Qon osmotik bosim qiymatining o'zgarishi qator ko'ngilsiz hollarga olib keladi. Masalan, qon plazmasi dinamik bosimining keskin kamayishi hujayra ichidagi osmotik bosimi katta bo'lgan eritrotsitlarga suv kirishiga olib keladi va, natijada, hujayralar yoriladi. Bu holat *gemoliz* deb ataladi. Agar gemoliz letal tabiatga ega bo'lsa, odam halok bo'lishi mumkin.

Agar qon plazmasining osmotik bosimi keskin oshib ketsa, hujayra ichidagi bosim plazma bosimiga qaraganda katta bo'ladi. Natijada, hujayra ichidagi suv qon plazmasiga kira boshlaydi, hujayra burishib qoladi (*plazmoliz jarayoni*), undagi biokimyoviy jarayonlar buziladi va hujayra halok bo'ladi.

Osmos hodisasi tibbiyotda davolash maqsadida keng qo'llaniladi. Masalan, NaCl ning 0,86% li eritmasining osmotik bosimi qonning osmotik bosimiga teng, u *fiziologik eritma* deb ataladi. Organizm suvsizlanganda, bemor ko'p qon yo'qotganda organizmga ko'p miqdorda fiziologik eritma yuboriladi. Og'ir yuqumli kasalliklarda, kuchli shamollashda qon hujayralarida normadan ortiq suv yig'iladi. Uni yo'qotish maqsadida bemor qon tomiriga gipertonik eritma yoki oqsil saqllovchi preparatlar yuboriladi. Yiringlagan to'qimalardan yiringni yo'qotish maqsadida (suv yig'ilib, shish paydo bo'lganda) bemorning shu joyiga gipertonik eritmaga botirib olingan bog'lam qo'yib bog'lanadi. Qadimda tabiblar shu maqsadda namakob va siydikdan foydalanганlar.

Eritma ustidagi bug' bosimi va Raul qonuni

Bug' bosimi, eritmaning qaynash va muzlash temperaturalari eritmalarining eng asosiy xossalari hisoblanadi. Eritmalarning bu xossalari toza erituvchilarnikidan farq qiladi, ya'ni undagi erigan modda zarrachalarining soniga bog'liq bo'ladi. Eritmalarning bunday xossalarini Vant-Goff va Raul qonunlari yordamida tushuntirish mumkin.

Ma'lum bir temperaturada moddaning bug' holatiga o'tish tezligi kondensatsiya hisobiga uning dastlabki (masalan, eritma) holatiga o'tish tezligiga teng bo'lganda kuzatiladigan bug' bosimi *eritma ustidagi to'yingan bug' bosimi* deb ataladi. Sof erituvchi bilan eritma ustidagi bug' bosimi o'zaro farq qiladi. Birinchi holdagi bosim ikkinchi holdagi bosimdan katta bo'ladi. Bunga sabab, sof erituvchining sathi faqat shu modda molekularidan iborat bo'ladi, eritmada esa sath yuzasining ma'lum bir qismi erigan modda zarrachalari bilan egallangan bo'ladi. Bundan tashqari, erigan modda zarrachalari erituvchi modda molekularining ma'lum bir miqdorini o'ziga birlashtirib olgan bo'lishi ham mumkin. Shu holatlarning hammasi eritma ustidagi bug' bosimining kamayishiga olib keladi.

1886- yilda F.M. Raul quyidagini aniqladi: erituvchining eritma sathidagi bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning mol ulushiga teng, ya'ni bosimning nisbiy kamayishi erigan modda miqdorining erituvchi va erigan moddalar miqdorlarining yig'indisiga bo'lgan nisbatiga teng:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{n + N};$$

bu yerda, P_0 – sof erituvchi sathidagi to'yingan bug' bosimi;

P – to'yingan bug'ning eritma sathidagi bosimi;

n – erigan moddaning mol miqdori;

N – erituvchining mol miqdori.

Raul va Vant-Goff qonunlari faqat ideal eritmalar uchunгина taalluqlidir. Amalda o'ta suyultirilgan eritmalar ideal eritmalariga o'xshashligini hisobga olgan holda quyidagilarni yozish mumkin:

$$\frac{n}{n + N} \approx \frac{n}{N}; \text{ bundan, } \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{N}.$$

Agar erigan modda elektrolit tabiatiga ega bo'lsa, bu tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{in}{in - N};$$

bu yerda, i – izotonik koeffitsient.

Eritma ustidagi bug' bosimining pasayishi erituvchi tabiatiga bog'liq bo'lib, erigan modda tabiatiga bog'liq emas.

Qaynash temperaturasi ko'tarilishi va muzlash temperaturasi pasayishi. Ebulioskopiya va krioskopiya

Suyuqlik sathidagi bug' bosimining tashqi muhit bosimiga teng bo'lgan holatiga *suyuqlikning qaynash temperaturasi* deyiladi. Bu holda moddaning suyuq va bug' holatlari o'rtasida muvozanat sodir bo'ladi. Bosim 101325 Pa qiymatga ega bo'lgandagi moddalar qaynash temperaturasi *normal qaynash temperaturasi* deyiladi. Kam bug'lanuvchi moddaning eritmasi ustidagi to'yingan bug' bosimi sof erituvchi bug' bosimidan past. Bunday eritmaning qaynashi uchun sof erituvchining qaynash temperaturasidan yuqoriroq temperatura zarur.

Muzlash temperaturasi deganda suyuqlik ustidagi to'yingan bug' bosimining kristall holatida qattiq faza ustidagi to'yingan bug' bosimiga to'g'ri keladigan temperatura tushuniladi. Kam bug'lanuvchi moddalar eritmasining muzlash temperaturasi sof erituvchining muzlash temperaturasidan past bo'ladi.

Agar biror bir erituvchida modda eritilsa, ya'ni erituvchi eritmaga aylansa, qaynash va muzlash temperaturasi o'zgaradi. Bu Raul qonunidan kelib chiqadigan xulosa bilan tushuntiriladi:

- 1) eritmaning muzlash temperaturasi toza erituvchidan past;
- 2) eritmaning qaynash temperaturasi toza erituvchidan yuqori bo'ladi.

Suyultirilgan eritmalardagi qaynash temperaturasi ko'tarilishi va muzlash temperaturasi pasayishi eritmalarning molyal konsentratsiyalariga (molyalligiga) to'g'ri proporsional.

Ularning matematik ifodasi quyidagicha:

$$\Delta T_{\text{qaynash}} = E \cdot b(x);$$

$$\Delta T_{\text{muzlash}} = K \cdot b(x);$$

bu yerda: $\Delta T_{\text{qaynash}}$ – sof erituvchi bilan eritmaning qaynash temperaturasi orasidagi farq;
 $\Delta T_{\text{muzlash}}$ – sof erituvchi bilan eritmaning muzlash temperaturasi orasidagi farq;
 $b(x)$ – eritmaning molyalligi;
 E va K – ebulioskopik va krioskopik doimiylar, ularning qiymatlari erituvchi tabiatiga bog'liq.

Agar 1000 g erituvchida 1 mol modda erigan bo'lsa, ya'ni $b(x) = 1 \text{ mol/kg}$ bo'lsa, bu holda, $\Delta T_{\text{qaynash}} = E$; $\Delta T_{\text{muzlash}} = K$.

Raul qonunidan chiqqan xulosadan ko'rinib turibdiki, eritma konsentratsiyasi kichik bo'lgan hollarda eritmalarning $\Delta T_{\text{qaynash}}$, $\Delta T_{\text{muzlash}}$ qiymatlari va modda miqdorlari orasida to'g'ri proporsionallik mavjud. Ammo konsentratsiya oshishi bilan bu proporsionallik buziladi.

Agar erigan modda elektrolit tabiatiga ega bo'lsa, u holda:

$$\Delta T_{\text{qaynash}} = iEb(x); \Delta T_{\text{muzlash}} = iKb(x).$$

Tajribada bu farqlarni aniqlab, eritmaning molyal konsentratsiyasini hisoblash mumkin.

Barcha kolligativ xossalari o'zaro bir-biri bilan bog'liq. Ma'lum konsentratsiyali eritmaning qaynash temperaturasi bilgan holda, uning muzlash temperaturasining pasayishini, shu bilan birga, to'yingan bug' bosimining nisbatan pasayishini va osmotik bosimdagi o'zgarishlarini ham oldindan aytib berish mumkin.

Masalan, 1 litr suvda 60 g siydikchil eritilganda suvning muzlash temperaturasi 1,86° ga kamayadi. Bunday kattalik *suvning krioskopik doimiysi* deyiladi. Noelektrolit modda 1 molyar eritmasining sof erituvchiga nisbatan muzlash temperaturasining pasayishi *krioskopik doimiy* deyiladi. Turli erituvchilarning krioskopik doimiylari turlicha bo'ladi. Masalan, benzol uchun K-5,12; kamfora uchun K-40,2 va hokazo.

Moddaning nisbiy molekular massasini aniqlash uning sof erituvchiga nisbatan muzlash temperaturasining o'zgarishini aniqlashga asoslanadi. Ebulioskopik va krioskopik doimiylarning ma'nosi eritma molyalligi 1 mol/kg ga teng bo'lganda, ularning sof erituvchi hamda eritmaning qaynash va muzlash temperaturallari farqiga teng bo'lishi bilan belgilanadi:

$$\frac{\Delta P}{\Delta P_A^0} = N_B; \quad \text{bunda, } \Delta P = \Delta P_A^0 - P_A;$$

bu yerda: ΔP_A – erituvchining eritma ustidagi bug' bosimi;

ΔP_A^0 – sof erituvchi ustidagi bug' bosimi.

Eritmalar muzlash temperaturasining pasayishi va qaynash temperaturasining ortishi ulardagi zarrachalar soniga bog'liq bo'ladi, unda elektrolit eritmalarining xossalari bir xil konsentratsiyali noelektrolit eritmalarining xossalari bilan farq qiladi. Masalan, molyal konsentratsiyasi bir xil bo'lgan osh tuzi va siydikchil eritmasining muzlash temperaturasi solishtirilsa:



eritmada:

$$b(\text{NaCl}) = 0,0100 \text{ mol/kg};$$

$$b(\text{Na}^+) = 0,0100 \text{ mol/kg};$$

$$b(\text{Cl}^-) = 0,0100 \text{ mol/kg};$$

$$\text{yig'indisi } 0,0200 \text{ mol/kg ga teng.}$$

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ eritmada ionlarga ajralmaydi, shuning uchun molyal konsentratsiya o'zgarmaydi, ya'ni $b(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 0,0100 \text{ mol/kg}$ ligicha qoladi. Shuning uchun elektrolit eritmasi (NaCl eritmasi)ning muzlash temperaturasi noelektrolit (siydikchil) eritmasinikidan 2 marta ko'p. Bu qiymatlar nisbati *izotonik koeffitsient* deb ataladi:

$$i = \frac{dt_{\text{el. muz.}}}{dt_{\text{noel. muz.}}}$$

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. 750,0 g benzolda 27,0 g modda erishidan hosil bo'lgan eritma 3,5°C da muzlaydi. Toza benzol 5,5°C da muzlaydi. Benzolda erigan moddaning nisbiy molekular massasini hisoblang. Benzolning krioskopik doimiysi 5,2 grad/mol ga teng.

Berilgan:

$$m(\text{modda}) = 27,0 \text{ g};$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_6) = 750,0 \text{ g};$$

$$t_{\text{muzl.}}(\text{eritma}) = 3,50^\circ \text{C};$$

$$t_{\text{muzl.}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 5,50^\circ \text{C};$$

$$K = 5,20 \text{ grad/mol}.$$

$$M(\text{modda}) = ?$$

Yechish:

1. Benzolga nisbatan eritma muzlash temperaturasining pasayishi:

$$\Delta t_{\text{muzl.}} = t_{\text{muzl.}}(\text{C}_6\text{H}_6) - t_{\text{muzl.}}(\text{eritma});$$

$$\Delta t_{\text{muzl.}} = 5,50^\circ - 3,50^\circ = 2,0^\circ \text{N}$$

ni tashkil etadi.

2. Benzolda erigan modda nisbiy molekular massasining qiymatiga ko'ra hisoblanadi:

$$\Delta t_{(\text{muzl.})} = K \frac{m(\text{modda}) \cdot 1000}{M(\text{modda}) \cdot m_{(\text{C}_6\text{H}_6)}}; \quad M_{(\text{modda})} = K \frac{m(\text{modda}) \cdot 1000}{\Delta t_{(\text{muzl.})} \cdot m_{(\text{C}_6\text{H}_6)}};$$

$$M_{(\text{modda})} = 5,20 \cdot \frac{27,0 \cdot 1000 \text{ grad} \cdot \text{g} \cdot \text{g}}{750,0 \cdot 2,00 \text{ mol} \cdot \text{g} \cdot \text{grad}} = 93,6 \text{ g/mol}.$$

Javob: $M(\text{modda}) = 93,6 \text{ g/mol}$.

2- masala. Osmotik bosimi 37°C da 760 kPa ga teng bo'lishi uchun 1 mol noelektrolit qanday hajmdagi eritmada bo'lishi kerak?

Berilgan:

$$n_{\text{modda}} = 1 \text{ mol};$$

$$P_{\text{osm.}} = 760 \text{ kPa};$$

$$t = 37^\circ \text{C}; T = 310 \text{K};$$

$$R = 8,31 \text{ l} \cdot \text{kPa}/(\text{mol} \cdot \text{K}).$$

$$V(\text{eritma}) = ?$$

Yechish:

Vant-Goff qonuniga binoan, $P_{osm.} = cRT$;

U holda, $c = \frac{n(modda)}{V(eritma)}$; shunday qilib, $P_{osm.} = \frac{n_{modda}}{V(eritma)} R \cdot T$.

Bundan,

$$V_{eritma} = \frac{1,0 \cdot 8,31 \cdot 310 \text{ mol} \cdot l \cdot \text{kPa} \cdot K}{760 \text{ kPa} \cdot \text{mol} \cdot K} = 3,39 \text{ l.}$$

Javob: $V(eritma) = 3,39 \text{ l.}$

Vaziyatli masalalar

1. Qon plazmasining eng past muzlash temperaturasi $-0,56^{\circ}\text{C}$ ga teng. Qonga izotonik bo'lgan natriy xlorid eritmasini tayyorlash uchun $1,0 \text{ l}$ suvda eritish kerak bo'lgan osh tuzi miqdorini hisoblang.

Javob: $m(\text{NaCl}) = 8,81 \text{ g.}$

2. Bemor ko'p qon yo'qotganda, tomchilab fiziologik eritma (osh tuzining $0,86\%$ li eritmasi) yuboriladi. Fiziologik eritmaning osmotik bosimini aniqlang ($\bar{n} = 1 \text{ g/ml}$, $\alpha = 1$, $t = 37^{\circ}\text{C}$). Bu eritma qon plazmasiga izotonikmi?

Javob: $P_{osm.} = 757,4 \text{ kPa.}$

3. Jarrohlikda «gipertonik bog'lamlar» ishlatiladi. Bu NaCl ning gipertonik eritmasida ho'llanib, yiringli yaraga kiritib qo'yiladigan doka bo'lakchalaridir. 10% li gipertonik NaCl eritmasining osmotik bosimini hisoblang ($\bar{n} = 1,05 \text{ g/ml}$; $\alpha = 0,89$; $t = 37^{\circ}\text{C}$). «Gipertonik bog'lam» larning ta'siri nimaga asoslanganligini tushuntiring.

Javob: $P_{osm.} = 8715 \text{ kPa.}$

Test savollari

1. Osmotik bosimning kattaligi qanday parametrlarga bog'liq?

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| a) idish parametrlariga; | d) temperaturaga; |
| b) erituvchining miqdoriga; | e) erituvchining tabiatiga. |

2. Gipotonik eritmani ko'rsating:

- | | | | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| a) $0,5\% \text{ NaCl}$; | b) $1\% \text{ NaCl}$; | d) $0,86\% \text{ NaCl}$; | e) $5\% \text{ NaCl}$. |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|

3. Organizmdagi gemoliz jarayoniga qaysi javob mos keladi?

- a) suv molekulalarining eritmadan hujayraga o'tishi;
 b) qonga gipertonik eritma quyilishi;
 d) hujayra bujmayishi;
 e) qonga gipotonik eritma quyilishi.

4. Izotonik koeffitsient nimani ko'rsatadi?

- a) osmotik bosim qiymati necha marta ortishini;
- b) osmotik bosim qiymati necha marta kamayishini;
- d) osmotik bosimning hisobdagi va kuzatuvdagi farqini;
- e) elektrolitning osmotik bosimi noelektrolitnikidan necha marta kattaligini.

5. Osmotik bosim birligini ko'rsating:

- a) mol/l;
- b) kPa;
- d) kJ;
- e) mol/kg.

6. NaNO_3 uchun izotonik koeffitsient nechaga teng:

- a) 2;
- b) 4;
- d) 6;
- e) 5.

7. Eritmalarning osmotik bosimi qaysi qonuniyatga bo'ysunadi?

- a) Boyl-Marriot qonuniga;
- d) Vant-Goff qonuniga;
- b) Raul qonuniga;
- e) Gey-Lusak qonuniga.

8. 3% li (massa jihatidan) glukoza eritmasini ($\rho=1,011$ g/ml) ko'p miqdorda tomir orqali yuborish mumkinmi?

- a) yuborish mumkin;
- d) faqat 50 ml yuborish mumkin;
- b) yuborish mumkin emas;
- e) faqat 100 ml yuborish mumkin.

9. 1000 g suvda 400 g gemoglobin eritilganda muzlash temperaturasi $0,012^\circ\text{C}$ ga kamayadi. Gemoglobinning nisbiy molekular massasi nechaga teng ($K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$ grad/mol)?

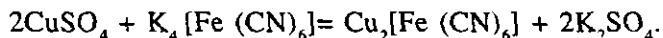
- a) 62015;
- b) 3107;
- d) 1555;
- e) 1725.

10. 0,86 % li osh tuzi eritmasining osmotik bosimini aniqlang:

- a) 375,5 kPa;
- b) 757,4 kPa;
- d) 1500 kPa;
- e) 100 kPa.

LABORATORIYA ISHI***I- laboratoriya ishi*****«Sun'iy» hujayraning o'sishi. «Traube» to'qimasi**

100 ml li idishga 5% li CuSO_4 eritmasi va bir nechta sariq qon tuzi kristallaridan to'ldirib solinadi (kaliy geksatsiano ferrat (II)). Ma'lum vaqtdan so'ng idishda ajoyib o'zgarish kuzatiladi, kristallchalar eritmada erib, CuSO_4 bilan ta'sirlashadi:



Hosil bo'lgan mis geksatsiano ferrat (II) plyonkasi sariq qon tuzi kristallarini o'ziga yaqin turgan eritma bilan birga o'rab olib, «sun'iy to'qima» hosil qiladi. Bu to'qima o'sishni davom ettirish xususiyatiga ham ega, chunki uning devorlari yarim o'tkazgich xossasini namoyon qiladi. Suv molekulasini «to'qima» ichiga kirib, uning hajmini oshiradi, natijada «to'qima» yorilib sariq qon tuzi eritmasi tashqariga oqib chiqadi. Jarayon yana qaytarilishi natijasida «to'qima» o'sadi va o'ziga xos o'simtalar, shoxlanishlar hosil qiladi.

2- laboratoriya ishi

Qon plazmasining osmotik xossalarini o'rganish

1- tajriba. Tajriba uchun 3 ta probirka olinadi; birinchisiga 10 tomchi NaCl ning izotonik eritmasi, ikkinchisiga 10 tomchi NaCl ning gipertonik eritmasi, uchinchisiga shu tuzning gipotonik eritmasidan solinadi. Har bir probirkaga bir tomchidan qon tomiziladi. Sodir bo'layotgan hodisa kuzatiladi va xulosa qilinadi. Xulosalar ilmiy asoslab yoziladi.

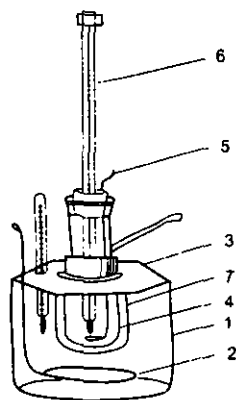
2- tajriba. Probirkadagi 10 tomchi izotonik eritmaga 1 tomchi 0,5000 molyar H_2SO_4 eritmasi tomiziladi. Yuz bergan hodisalar ilmiy asoslab tushuntiriladi.

Qanday eritmalarining odam organizmiga kiritilishi patologik holatlarga olib keladi? Tirik organizmga ko'p miqdorda kislotaga tabiiatli moddalar kiritilishi organizmni qanday holatga keltiradi?

3- tajriba. 3 ta probirkaga 10 tomchidan izotonik eritma va 1 tomchidan qon tomiziladi. Birinchi probirkaga 1 tomchi 10% li NaCl eritmasi, ikkinchi probirkaga 1 tomchi $CuSO_4$ eritmasi tomiziladi, uchinchisi probirkani solishtirish uchun qoldiriladi. Mis ionlarining organizmga ta'siri natijasida Vilson kasalligi kelib chiqishi tushuntiriladi.

3- laboratoriya ishi

Nisbiy molekular massani kriometrik usulda aniqlash



Bu usulning mohiyati shundaki, u tajriba yo'li bilan sof erituvchi va eritmaning muzlash temperaturasi hamda muzlash nuqtasining pasayishiga ko'ra molyar massani aniqlashga yordam beradi. Ishni bajarish uchun maxsus asbobdan foydalaniladi (2- rasm). U sovutuvchi aralashma uchun qalin devorli stakan (1), aralashtirgich (2), qopqoq (3), turli diametrli probirkalar (4, 7), eritma uchun aralashtirgich (5) va Bekman differensial temperatura o'lchagichi (termometr) (6) dan tashkil topgan. Bekman asbobi avvaldan $0^{\circ}C$ da simob ko'rsatkichi $1,75-2,85^{\circ}C$ oralig'ida bo'ladigan qilib sozlab qo'yilgan bo'ladi.

2- rasm. Osmotik o'lchagich:

1- qalin devorli stakan; 2- aralashtirgich; 3- qopqoq; 4, 7- probirkalar; 5- aralashtirgich; 6- Bekman termometri.

Ishning borishi. Qalin devorli stakanga (2- rasm) muz yoki qor solib, osh tuzi qo'shiladi va yaxshilab aralashtiriladi. Sovutuvchi aralashmaga termometr tushiriladi va temperatura – 6°C gacha tushishi kuzatiladi. Ichki probirkaga pipetka bilan 10,00 ml distillangan suv quyiladi, u aralashtirgich va Bekman termometri o'rnatilgan qopqoq bilan yopiladi. Bekman temperatura o'lchagichli probirkasi sovutuvchi aralashmaga tushiriladi. Suvni aralashtirgich bilan to'xtovsiz aralashtirib turgan holda, temperatura o'zgarishi kuzatiladi va muz kristallari ajralib chiqishiga mos keluvchi temperatura aniqlanadi. Odatda, tajribada sovush ozgina ko'proq bo'ladi va muzlash temperatura nuqtasidan pastroq tushadi. Biroz pasaygandan so'ng, simob ustuni birdan sakrab yuqori ko'tariladi va suvning muzlash temperaturasi nuqtasida to'xtaydi. Bekman termometri belgilagan maksimal temperatura suvning haqiqiy muzlash temperaturasi bo'ladi. Uni jurnalga 0,005°C gacha aniqlikda yoziladi.

Probirka muftadan chiqarib olinadi, qo'l bilan isitib, undagi muz eritiladi. Tajriba qaytariladi.

Suvli probirka chiqariladi, unga moddaning (siydikchil, qand, glukoza va hokazo) aniq o'lchangan miqdori solinadi va aralashtirib turib eritiladi. Probirka termometr va aralashtirgichli qopqoq bilan yopilib, sovutuvchi aralash-maga joylashtiriladi va aralashtirib turib, eritmaning muzlash temperaturasi aniqlanadi. Probirka qo'l bilan isitilib, muz kristallari eritiladi. Tajriba 3–4 marta takrorlanadi. Tajriba natijalari va ma'lumotlar jadvalga yoziladi:

Suvning miqdori, g	Bekman h.o'. bo'yicha N ₂ Oning muzlash t si			Modda- ning massasi	Bekman h.o'. bo'yicha eritmaning muzlash t si		
	I	II	o'rtachasi		I	II	o'rtachasi

Tajriba natijalariga ko'ra, moddaning molyar massasi hisoblanadi:

$$\Delta t^0_{\text{muzl.}} = \frac{K \cdot \alpha \cdot 1000}{M \cdot m}; \quad M = \frac{K \cdot \alpha \cdot 1000}{m \cdot \Delta t^0}, \text{ g/mol};$$

bu yerda: M – moddaning molyar massasi (g/mol);

α – erigan modda massasi (g);

m – erituvchi (suv) ning massasi (g);

K – suvning krioskopik doimiysi, $K = 1,86$ grad/mol.

Molyar massa son jihatidan moddaning nisbiy molekular massasi M_r (modda)ga teng.

Moddaning tajribada aniqlangan molyar massasi aniqlanadi va nisbiy xato topiladi:

$$\text{xato}(\%) = \frac{M_{r\text{haqiqiy}} - M_{r\text{topilgani}}}{M_{r\text{haqiqiy}}}.$$

II BOB

TITRIMETRIK ANALIZ USULLARI

Mashg'ulotning maqsadi. Miqdoriy analiz usullaridan biri titrimetrik analiz asoslari bilan tanishish. Bu analiz tibbiy amaliyotda biologik obyektlarni va dorivor preparatlarni tekshirishda qo'llanadi, shu bilan birga undan atrof-muhitning sanitariya holatini baholashda foydalaniladi.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Titrimetrik analiz usuli biologik obyektlarning miqdoriy tarkibini aniqlash uchun tibbiy-biologik tekshiruvlarda, dorivor va farmakologik preparatlar analizida keng qo'llanadi.

Tirik organizmlardagi turli muhitlar ta'sirini bilmasdan, ularda boradigan jarayonlar mohiyati, davolashning ilmiy asoslangan yo'nalishlari haqida to'g'ri xulosa chiqarib bo'lmaydi.

Ko'pgina kasalliklarga tashxis qo'yishda, qon, siydik, me'da shirasi va boshqa biologik eritmalarda organizm to'qimalaridagi normal miqdoriy tarkib bilan nosog'lom organizmni taqqoslash orqali amalga oshiriladi.

Shuning uchun tibbiyot xodimlari, ayniqsa, shifokorlar titrimetrik analiz usullari va uning asosiy yo'nalishlarini bilishlari zarur.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Kislota, asos, tuzlarning elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasi.
2. Kimyoviy reaksiya turlari (ionli va molekular ko'rinishda).
3. Konsentratsiyani ifodalash usullari.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Analitik kimyoning asosiy masalalari.
2. Titrimetrik analiz asoslari:
 - 2.1. Titrimetrik analizda qo'llanadigan asosiy tushunchalar.
 - 2.2. Ekvivalentlik nuqtasi.
 - 2.3. Titrimetrik analizda qo'llanadigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar.
 - 2.4. O'lchov idishlari: byuretk, pipetka, o'lchov kolbalari, o'lchov silindrlari.
 - 2.5. Titrlash usuli.
 - 2.6. Titrlash usulidagi hisoblash ishlari.
 - 2.7. Titrimetrik analiz usullarining sinflanishi.
3. Titrimetrik analiz usullarining tibbiyotda qo'llanishi.
4. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Analitik kimyo – moddalar va ular aralashmalarining sifat va miqdoriy tarkibini tekshirish, ya'ni analiz qilinayotgan modda qanday elementligi, nimadan (atom, ion yoki molekula) tashkil topganligini aniqlashga asoslangan. Analitik kimyo 2 bo'limdan iborat:

1. Miqdoriy analiz.
2. Sifat analizi.

Miqdoriy analiz usullari bilan tekshirilayotgan moddaning tarkibidagi komponentlar qanday miqdoriy nisbatda ekani aniqlanadi.

Miqdoriy analiz turli usullar bilan amalga oshiriladi: moddaning eritmadagi miqdorini titrlashga sarf bo'lgan reagent miqdoriga yoki reaksiya natijasida hosil bo'ladigan cho'kma miqdoriga qarab va boshqa shu kabi usullar bilan aniqlanadi.

Miqdoriy analizning eng muhim usullari tortma, kalorimetrik va titrimetrik (hajmiy) usullardir.

Tortma analiz usulida tekshirilayotgan modda qiyin eriydigan cho'kma holiga o'tkaziladi va eritmadan filtrlab to'liq ajratib olinadi, massasi o'zgarmas bo'lguncha quritiladi va tigelda tortib olinadi. Hosil bo'lgan cho'kmaning massasini bilgan holda, analiz qilinayotgan moddaning tarkibiy qismi kimyoviy formulasiga ko'ra aniqlanadi.

Kalorimetrik titrlashda esa aniq konsentratsiyali eritma rangi tekshirilayotgan eritma rangi bilan solishtiriladi.

Klinik analizda titrimetrik analiz usuli keng qo'llanadi, chunki uni o'tkazishga kam vaqt talab etiladi, ishni amalga oshirish yo'nalishi sodda, aniqlik darajasi yuqori.

Titrimetrik analiz usuli tekshirilayotgan modda bilan kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan titrlangan eritma hajmini aniq belgilashga asoslangan. Bu analiz usulida biror moddaning konsentratsiyasini aniqlash uchun, albatta ikkinchi eritmaning konsentratsiyasi ma'lum (titrlangan eritma) bo'lishi kerak. Titri (konsentratsiyasi) ma'lum bo'lgan eritmani konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritmaga byuretka yordamida tomchilab quyish jarayoni *titrlash* deyiladi. Titrlash termini «*titr*» so'zidan olingan bo'lib, u 1 ml eritmadagi reagent miqdorini bildiradi.

Konsentratsiyasi ma'lum eritma – *titrlangan* yoki *ishchi eritma* deyiladi. Bunday eritmani erituvchi va erigan modda miqdorini aniq o'lchab tayyorlash mumkin yoki boshqa konsentratsiyasi ma'lum eritma yordamida aniqlash mumkin. Birinchi holda eritma *aniq titrli* deyiladi, ikkinchi holda *aniqlangan titrli eritma* deyiladi. Titrlangan eritma tayyorlash uchun fiksallardan foydalanish mumkin. Fiksalllar shisha ampulalarda 1,00 l aniq molyar konsentratsiyali eritmasini tayyorlash mumkin bo'lgan aniq miqdor o'lchamidagi qattiq moddalar yoki aniq o'lchamdagi suyuqliklardir. Eritma tayyorlash uchun fiksall ichidagi eritma 1 l li o'lchov kolbasiga solinadi va ustiga kolbaning o'lchov chizig'igacha erituvchi qo'shiladi. Titrlangan eritma tayyorlash uchun eritilayotgan moddaning tarkibi o'ta sof va doimiy (o'zgarmas) bo'lishi, saqlanganda havoda o'zgarmaydigan bo'lishi kerak.

Bunday moddalarga ko'pgina tuzlar (natriy tetraborat (bura) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; natriy oksalat $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$; kaliy bixromat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; natriy xlorid NaCl), oksalat kislotasi $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar misol bo'ladi.

Titrimetrik analizda natijani aniq olish asoslaridan biri bu ishchi eritma konsentratsiyasining aniqlik darajasi yuqoriligidir. Shunday aniqlikda tayyorlangan eritmalarini saqlashda quyidagilarga e'tibor beriladi:

- 1) saqlanganda eritma bug'lanmasligi kerak;
- 2) atrof-muhitdan ifloslanmasligi kerak;
- 3) parchalanmasligi kerak.

Titrlangan eritmalarining konsentratsiyasi doimo boshqa standart eritmalar yordamida tekshirib turiladi.

Titrlash davomida titrlash (reaksiya)ning tugashini aniqlay bilish kerak, bu *ekvivalent nuqta* deb ataladi va ta'sir etuvchi moddalar miqdori o'zaro ekvivalent bo'lganda yuzaga keladi. Ekvivalent nuqtani aniqlash maqsadida titrimetrik analizda indikatorlardan foydalaniladi. *Indikatorlar* deb, titrlashda eritmaga oz miqdorda qo'shiladigan va ekvivalent nuqtaga yetganda ko'z bilan seza oladigan darajada rangini o'zgartiradigan yoki cho'kma hosil qiladigan moddalarga aytiladi. Ba'zan indikatorlar vazifasini reaksiyaga kirishayotgan moddalardan biri bajarishi mumkin.

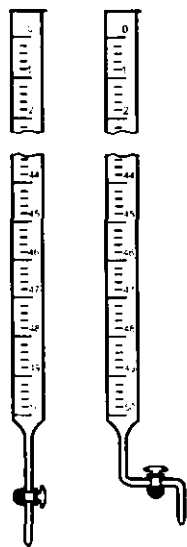
Titrimetrik analizda quyidagi shartlarga javob beradigan reaksiyalargina qo'llaniladi:

1) tekshirilayotgan modda va reaktiv orasidagi reaksiya ma'lum bir stexiometrik nisbatlarda borishi kerak;

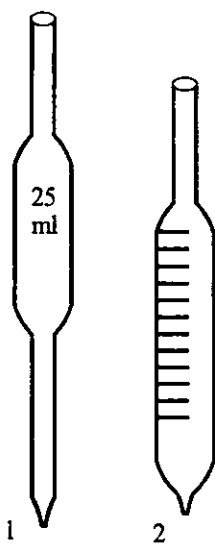
- 2) ta'sirlashuvchi 2 modda orasidagi reaksiya tez borishi kerak;
- 3) reaksiya oxirigacha borishi, ya'ni reaksiyaning qaytishiga yo'l qo'ymaslik kerak;
- 4) reaksiya jarayonida qo'shimcha yonaki reaksiyalar bormasligi kerak.

Titrimetrik analizda eritmani aniq hajmda o'lchab olish uchun o'lchov idishlari: byuretkalar, pipetka, o'lchov kolbalari va o'lchov silindrlari ishlatiladi.

Byuretkalar titrlash jarayonida reagentni tomchilab sarflash va qancha hajm sarf bo'lganini aniq bilish uchun zarur. Byuretkalar hajm o'lchamlari belgilangan shkalali shisha trubkadan iborat bo'lib, bir uchiga shisha jo'mrak o'rnatilgan yoki sharikli rezina trubkaga pipetkacha ulangan bo'ladi (3- rasm). Ularning hajmi 10,00 ml dan 100,00 ml gacha. Natijalar aniqligini oshirish uchun 1,00–2,00 ml li byuretkalardan ham foydalaniladi, ular *mikrobyuretkalar* deyiladi. Ko'pincha hajmi 10,00; 25,00 va 50,00 ml bo'lgan byuretkalar ishlatiladi. Byuretkaning shkala chiziqlari yuqori 0 dan boshlanib, pastga tomon 1 ml dan farqlanib



3- rasm. Byuretkalar



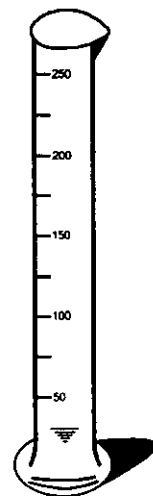
4- rasm. Pipetkalar:

1–bir xil hajmli eritmalar uchun; 2–har xil hajmli eritmalar uchun.

barmogʻ bilan yana yopiladi. Suyuqlikni pipetkadan idishga quyishda pipetka uchi idish devoriga tegizib turiladi. Suyuqlik tushib boʻlganidan soʻng 20–30 soniya kutiladi va pipetka idishdan olinadi. Suyuqlikning oxirgi tomchisi pipetkadan puf lab chiqarilmaydi. Ish boshlashdan avval pipetka oʻsha eritmada chayiladi, keyin kerakli miqdorda eritma oʻlchab olinadi. Ish tugatilgandan keyin pipetka distillangan suvda chayib qoʻyiladi.

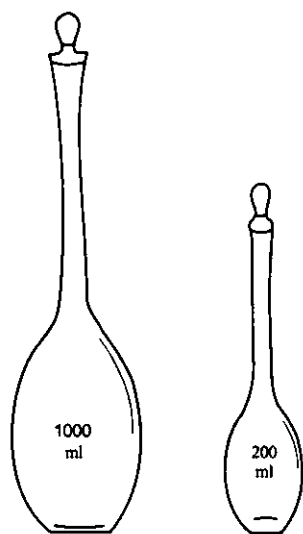
Oʻlchov silindrlari eritmalarini maʼlum hajmda oʻlchab olish uchun ishlatiladi (5- rasm). Ular maʼlum hajmdagi eritmalarini aralashtirish yoki tayyorlashda qoʻl keladi. Ular 5,00; 10,00; 25,00; 50,00; 100,00; 500,00; 1000,00 ml hajmlarga moʻljallangan boʻladi.

Oʻlchov kolbalari asosan aniq konsentratsiyali eritmalar tayyorlashda ishlatiladi. Bular tagi yassi, uzun va ingichka boʻyinli kolbalardir (6- rasm). Boʻyinchasida belgi chizigʻi boʻlib, shu belgigacha erituvchi bilan toʻldiriladi (menisk chizigʻini eʼtiborga olgan holda). Ushbu kolbalar 50,00; 100,00; 200,00; 500,00; 1000,00; 5000,00 ml hajmlarga moʻljallangan boʻladi. Kolba shisha tiqin bilan bекitib qoʻyiladi. Eritma tayyorlashda avval voronkadan, soʻngra eritish nihoyasida pipetkadan foydalaniladi.



5- rasm. Oʻlchov silindri

Kimyoviy analizda idishlarning o'ta tozaligiga rioya qilinadi, bu aniq natija olishda katta ahamiyatga ega. Toza idish deyilganda, idish devorlarida tomchilar va uning izlari qolmasligi tushuniladi. Agar ular mavjud bo'lsa, idishni xromli aralashmada ushlab turiladi, so'ng distillangan suv bilan chayiladi.



6- rasm. O'lchov kolbalari

Titrlash jarayoni quyidagi yo'nalishda olib boriladi:

- 1) toza byuretk 2–3 marta ishchi eritma bilan chayiladi;
- 2) byuretkani vertikal holatda o'rnatib, titrlangan eritma bilan «0» dan yuqoriroqqacha to'ldiriladi;
- 3) byuretkadagi eritmaning ortiqcha qismi byuretk uchidagi havoni siqib chiqarish uchun ishlatiladi;
- 4) eritma hajmi «0» chizig'iga keltiriladi. Byuretk uchida tomchi qolmasligi kerak;
- 5) titrlash kolbasiga pipetka yordamida kerakli miqdorda tekshirilayotgan eritma solinadi;
- 6) eritma byuretkadan kolbaga asta-sekinlik bilan ekvivalent nuqtasiga erishguncha tomiziladi;
- 7) sarf bo'lgan eritma hajmi rangli eritmalarda meniskning yuqori qismidan, rangsizlarda esa pastki qismidan o'lchanadi;
- 8) ish tugatilganda byuretk suv bilan to'ldirilib, yopib qo'yiladi;
- 9) kimyoviy analizda xatolikka yo'l qo'yilishi mumkin.

Shuning uchun analiz (tajriba) bir necha marta o'tkaziladi.

Xatoliklar byuretkani «0» chizig'igacha to'g'ri to'ldirilmaganlik, hajmni byuretk shkalasidan to'g'ri hisoblay bilmaslik va hokazolar natijasida kelib chiqadi.

Titrimetrik analizda hisoblash ishlari *ekvivalentlar qonuni* asosida olib boriladi: ekvivalent molyar konsentratsiyasi bir xil bo'lgan eritmalar o'zaro teng hajmda ta'sirlashadi. Turli konsentratsiyali eritmalar ta'sirlashganda moddalarning hajmi konsentratsiyaga teskari proporsional bo'ladi. Ekvivalentlar qonunining matematik ifodasi quyidagicha:

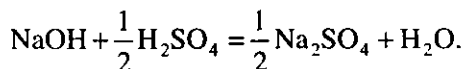
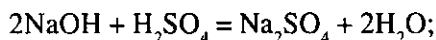
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{c(\frac{1}{Z} X_2)}{c(\frac{1}{Z} X_1)} \quad (1)$$

Har ikki ta'sirlashuvchi moddalarning ekvivalent molyar konsentratsiyasi bilan hajmining ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir. Shu qonuniyatlar asosida turli hisoblashlar olib boriladi.

Masalan, bir eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrlashga sarf bo'lgan eritmaning hajmi ma'lum bo'lsa, ikkinchi eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash mumkin.

Masalan, 20,00 ml sulfat kislota eritmasini titrlashda 12,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,2000 mol/l bo'lgan ishqor eritmasi sarflandi. Eritmadagi H_2SO_4 ning titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash kerak.

Reaksiya tenglamasi:



Tenglamalardan ko'rinib turibdiki, H_2SO_4 ning ekvivalent omili $\frac{1}{2}$ ga, NaOH niki esa 1 ga teng. Ekvivalentlar qonuniga ko'ra:

$$c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{H}_2\text{SO}_4)} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{ml} \cdot l} = \frac{\text{mol}}{l};$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = \frac{0,2000 \cdot 12,00}{20,00} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{ml} \cdot l} = 0,1200 \frac{\text{mol}}{l};$$

$$t(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) \cdot M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right)}{1000} \frac{\text{g}}{\text{ml}};$$

$$t(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,1200 \cdot 49}{1000} \frac{\text{g} \cdot \text{mol}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,005880 \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

Titrimetrik analizda hisoblash yuqori darajada aniqlikni talab qiladi. Shuning uchun eritmalar hajmini 0,10 ml daraja aniqlikda o'lchash talab etiladi:

$$V(\text{HCl}) = 10,27 \text{ ml yoki } V(\text{NaOH}) = 22,82 \text{ ml}.$$

Konsentratsiya yanada yuqori daraja aniqlikda – verguldan keyin 4 ta aniq qiymatgacha, titr esa nollardan keyin 4 ta aniq qiymatgacha aniqlikda o'lchanadi, masalan:

$$c(\text{HCl}) = 0,1025 \text{ mol/l};$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,09328 \text{ mol/l};$$

$$t(\text{HCl}) = 0,003600 \text{ g/ml}.$$

Bajarilayotgan analiz asosida qanday reaksiyalar borishiga qarab, titrimetrik analiz quyidagi usullarga bo'linadi:

- 1) kislota-asosli titrlash yoki neytrallanish usuli;
- 2) oksidlanish-qaytarilish yoki oksidimetriya usuli;

- 3) kompleksometriya usuli;
- 4) cho'ktirish usuli.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Tibbiyotda kaliy permanganatning 0,1–0,5% li eritmasi antiseptik vosita sifatida yaralarni yuvishda, 0,01–0,1% li eritmasi tomoq chayishda, oshqozonni yuvish uchun esa 0,02–0,1% li eritmasi ishlatiladi. Titrimetrik analizning qaysi usuli bilan KMnO_4 eritmasining konsentratsiyasini aniqlash mumkin (agar oksalat kislotaning titrlangan eritmasi bo'lsa)?

Yechish:

Kaliy permanganat oksidlovchi, oksalat kislotasi esa qaytaruvchi ekanligi e'tiborga olinsa, oksidimetriya usulidan foydalanish mumkin.

Javob: oksidimetriya usuli bilan aniqlash mumkin.

2- masala. Agar 20,00 ml HCl ni titrlashga 19,87 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali NaOH eritmasi sarf bo'lgan bo'lsa, HCl ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{HCl}) = 20,00 \text{ ml};$$

$$V(\text{NaOH}) = 19,87 \text{ ml};$$

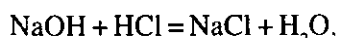
$$c(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}.$$

$$c(\text{HCl}) = ? \quad t(\text{HCl}) = ?$$

Yechish:

Reaksiya tenglamasi:



Shunday qilib, $f_{\text{ekv}}(\text{NaOH}) = 1$; $f_{\text{ekv}}(\text{HCl}) = 1$.

1. Ekvivalentlar qonuniga ko'ra, HCl eritmasining molyar konsentratsiyasi hisoblanadi:

$$c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl});$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})};$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,1000 \cdot 19,87 \text{ mol} \cdot \text{ml}}{20,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,09935 \text{ mol/l}.$$

2. $c(\text{HCl})$ natijasiga ko'ra eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{HCl}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000};$$

$$t(\text{HCl}) = \frac{0,09935 \cdot 36,5}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,003627 \text{ g/ml}.$$

Javob: $c(\text{HCl}) = 0,09935 \text{ mol/l}$;

$t(\text{HCl}) = 0,003627 \text{ g/ml}$.

Vaziyatli masalalar

1. Oshqozon shirasida xlorid kislotaning massa ulushi 0,4–0,5% bo'lsa, 10,00 ml oshqozon shirasini titrlash uchun necha ml 0,1000 mol/l NaOH eritmasi sarf bo'ladi ($\bar{n} = 1,00 \text{ g/ml}$)?

Javob: $V(\text{NaOH}) = 12,33 \text{ ml}$.

2. Qanday sharoitlarda ekvivalent nuqta $\text{pH} = 7$, $\text{pH} < 7$, $\text{pH} > 7$ da bo'ladi?

Javob: Kuchli kislotani ishqor bilan titrlaganda ekvivalent nuqta neytral nuqtaga $\text{pH} = 7$ bo'lganda mos keladi; kuchsiz asosni kuchli kislotaga bilan titrlaganda ekvivalent nuqta $\text{pH} < 7$ neytral nuqtadan pastda bo'ladi; kuchsiz kislotani ishqor bilan titrlaganda ekvivalent nuqta $\text{pH} > 7$ kattalikda bo'ladi.

3. Qo'rg'oshin atsetat – $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ bog'lovchi modda sifatida terining shamollash kasalliklarini davolashda ishlatiladi. Uning 100,00 ml 0,5% li eritmasini tayyorlash uchun zarur bo'lgan modda massasini hisoblang ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$). Bu eritmada qo'rg'oshinning massa ulushi (%) qanday?

Javob: $m(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2) = 0,5 \text{ g}$; $\omega(\text{Pb}) = 0,32\%$.

Test savollari

1. Titrimetrik analizda eritma titri (t)ning aniqlik darajasi yuqori bo'lishi talab etiladi. Qaysi javob shu fikrga mos keladi?

a) 0,03 g/ml; b) 0,003715 g/ml; d) 0,375 g/ml; e) 0,037 g/ml.

2. Qaysi qiymatlar titrimetrik analizdagi hajmlar mutanosibligini ifodalaydi?

a) 2,51 ml; 10,52 ml; 8,78 ml; d) 15,27 ml; 15,22 ml; 15,31 ml;
b) 5,73 ml; 7,02 ml; 15,76 ml; e) 1,07 ml; 5,34 ml; 0,78 ml.

3. Titrlangan eritma hajmi qaysi o'lchov asbobida o'lchanadi?

- a) pipetka; b) o'lchov kolbasi; d) byuretka; e) kolba.

4. Kislota-asosli titrlash asosida qanday reaksiya yotadi?

- a) oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi;
b) neytrallanish reaksiyasi;
d) kompleks birikmalar hosil bo'lish reaksiyasi;
e) issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar.

5. Qanday eritma titrlangan deyiladi?

- a) noaniq konsentratsiyali eritma;
b) yangi tayyorlangan eritma;
d) aniq konsentratsiyali eritma;
e) konsentratsiyasi aniqlanishi kerak bo'lgan eritma.

6. Ekvivalent nuqta nima?

- a) reaksiyaning tugash nuqtasi; d) ikki moddaning ta'sirlashuvi;
b) reaksiyaning boshlanish nuqtasi; e) hajmlar teng bo'lgandagi nuqta.

7. Titrimetrik analizdagi hisoblashlar qanday qonuniyat asosida olib boriladi?

- a) massaning saqlanish qonuni; d) ekvivalentlar qonuni;
b) Ostvaldning suyultirish qonuni; e) massalar ta'siri qonuni.

8. Pipetkalar nima maqsadda ishlatiladi?

- a) eritma hajmini aniq o'lchash uchun; d) titrlash uchun;
b) eritmalar tayyorlash uchun; e) eritmani suyultirish uchun.

9. Eritmaning titri nima?

- a) 1 l eritmada erigan moddaning grammlar hisobidagi miqdori;
b) 1 l eritmada erigan moddaning mollar soni;
d) 1 kg eritmada erigan moddaning mollar soni;
e) 1 ml eritmada erigan moddaning grammlar hisobidagi miqdori.

10. Ekvivalent nuqtasini aniqlash uchun qanday moddalar ishlatiladi?

- a) indikatorlar; b) ingibitorlar; d) promotorlar; e) katalizatorlar.

LABORATORIYA ISHI

Titrimetrik analiz usulida (suvda) o'lchov idishlari bilan ishlash texnikasi

Titrimetrik analizda eritmalar hajmini aniq o'lchash uchun quyidagi o'lchov idishlari qo'llanadi: byuretkka; pipetka, o'lchov kolbalari, silindrlar. Suvda o'tkaziladigan tajribalarda ulardan to'g'ri foydalanishni o'rganish zarur, chunki titrimetrik analizda asosiy xatoliklar hajmni noto'g'ri o'lchashdan kelib chiqadi.

2.1. Kislota-asosli titrlash usulining nazariy asoslari

Mavzu maqsadi. Indikatorlarning rang o'zgarish mexanizmini bilgan holda, ularni to'g'ri tanlab, biologik suyuqliklar va dorivor preparatlarni kislota-asosli titrlash usuli bilan analiz qilish, shuningdek, titrlash egri chizig'i yordamida indikatorni to'g'ri tanlay bilishni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kislota-asosli indikatorlarning rang o'zgarish nazariyasini bilgan holda, har bir alohida titrlash jarayoni uchun indikatorni to'g'ri tanlay bilish, indikatorlarni to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega, chunki biologik obyekt va dorivor moddalarning analiz natijalari aniqligi indikator to'g'ri tanlanganligi va titrlash to'g'ri olib borilganligiga bog'liq.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Neytrallanish reaksiyasi.
2. Massalar ta'siri qonuni.
3. Kimyoviy muvozanat.
4. Tuzlarning gidrolizi.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Indikatorlarning ion nazariyasi.
2. Indikator ko'rsatkichi haqida tushuncha.
3. Indikatorlarning rang o'zgarish oralig'i.
4. Titrlash egri chizig'i:
 - 4.1. Sakrash oralig'i.
 - 4.2. Ekvivalent nuqta.
 - 4.3. Indikator tanlash.
5. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Kislota-asosli indikatorlar

Kislota-asosli titrlash usulida jarayonning tugagan nuqtasi indikatorlar yordamida aniqlanadi. Eritmaning muhitiga qarab o'z rangini o'zgartiradigan moddalar *kislota-asosli*

indikatorlar deyiladi: metilzarg'aldog'i, metil qizili, neytral qizili, lakmus, fenolftalein, timolftalein. Indikatorlarning ion nazariyasiga ko'ra, kislota-asosli indikatorlar kuchsiz organik kislota yoki asoslar bo'lib, molekula shaklining rangi ion shaklining rangidan keskin farq qiladi. Indikatorlar bir va ikki xil rangli bo'ladi. Bir xil rangli indikatorlarning ionlashmagan molekullari rangsiz, ion shakli esa rangli bo'ladi. Ikki xil rangli indikatorlarning ionlashmagan shakli bir rangli (masalan, qizil), ion shakli esa boshqa rangli (masalan, sariq). Bir xil rangli indikatorlarga fenolftalein, timolftalein, ikki xil rangli indikatorlarga metilzarg'aldog'i, metil qizili, neytral qizili, lakmus va boshqalar misol bo'ladi.

Titrimetrik analizda indikator sifatida ko'pincha kuchsiz organik kislotalar qo'llanadi. Indikator kuchsiz elektrolit sifatida dissotsiatsiyalanadi. Suvda eritilganda uning ikki shakli orasida muvozanat qaror topadi:



bu yerda, $HInd$ – indikatorning ionlashmagan shakli, Ind^- – indikator anioni.

Kislota qo'shilishi vodorod ionlari konsentratsiyasining ki'payishiga va massalar ta'siri qonuniga ko'ra, muvozanatning chapga siljishiga olib keladi, ya'ni eritma indikatorning dissotsiatsiyalanmagan molekulasi rangiga kiradi. Aksincha, eritmaga ishqor qo'shilsa, gidroksid ionlari indikatorning vodorod ionlarini bog'lab, kuchsiz elektrolit suv hosil qiladi; muvozanat o'ngga siljiydi va eritma indikatorning ion shaklidagi rangiga kiradi. Shunday qilib, indikator rangining o'zgarishi eritma pH qiymatining o'zgarishiga bog'liq.

Indikatorning elektrolitik dissotsiatsiyalanish konstantasini ifodalash uchun quyidagi ifoda to'g'ri bo'ladi:

$$K_{HInd} = \frac{c(H^+) \cdot c(Ind^-)}{c(HInd)}. \quad (2)$$

K_{HInd} – indikatorning ehtimollik ionlanish konstantasi.

(2) tenglama o'zgartirilsa:

$$\frac{c(HInd)}{c(Ind^-)} = \frac{c(H^+)}{K_{HInd}}$$

va uni $c(H^+)$ ga nisbatan yechilsa:

$$c(H^+) = \frac{K_{HInd} \cdot c(HInd)}{c(Ind^-)};$$

$$\lg c(H^+) = -\lg K_{HInd} - \frac{\lg c(HInd)}{c(Ind^-)}$$

kelib chiqadi. Bundan:

$$pH = pK - \frac{\lg c(HInd)}{c(Ind^-)};$$

bu yerda: $c(HInd)$ – indikatorning kislotali muhitdagi shakli, u $c_{k-tash.}$ bilan ifodalanadi; $c(Ind^-)$ – indikatorning ishqoriy muhitdagi shakli, u $c_{ishq.sh.}$ bilan ifodalanadi.

Shunday qilib:

$$pH = pK - \lg \frac{c_{k-tash.}}{c_{ishq.sh.}} \quad (3)$$

$pK = -\lg K$ – indikator ko'rsatkichi.

(3) tenglama indikator rangi va eritma pH i orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. K_{HInd} qiymati qanchalik kichik bo'lsa, qo'shilayotgan kislota yoki asos ta'sirida shunchalik yuqori pH qiymatida o'z rangini o'zgartiradi.

Agar $c_{k-ta.sh.} = c_{ishq.sh.}$ bo'lsa, unda $c_{k-ta.sh.}/c_{ishq.sh.} = 1$ bo'ladi.

Bunda, $pH = pK$, ya'ni indikator ko'rsatkichi kattaligini ko'rsatadi, unda indikatorning 50% i molekula shaklida, 50% i ion shaklida bo'ladi. Kislotaga yoki ishqor qo'shib $c_{k-ta.sh.}/c_{ishq.sh.}$ nisbatini o'zgartirish ular orasidagi muvozanatning o'zgarishiga olib keladi, bu esa rang o'zgarishiga sabab bo'ladi. Odam ko'zining rang sezishi chegaralangan bo'lib, agar indikator shakllari konsentratsiyasi bir-biridan 10 marta farq qilsa, ularni sezmaydi. Shuning uchun indikator rangi pH ning har qanday o'zgarishida emas, balki uning ma'lum qiymati orasida o'zgaradi. Bu oraliq *indikatorning rang o'zgarish oraliq'i* deyiladi. U, odatda, pH ga nisbatan u yoki bu tomonga bir birlik siljiydi, ya'ni $pH = pK \pm 1$. Masalan, metilzarg'aldog'i indikatorining rang o'zgarish oraliq'i $pH = 3,1 - 4,4$. Shu oraliq ichida indikator rangi pushtidan sariq rangga o'zgaradi. $pH > 4,4$ bo'lganda metilzarg'aldog'i sariq rangini, $pH < 3,1$ bo'lganda esa pushti rangini saqlaydi. Berilgan indikatorning titrlash tugagandagi pH qiymati *titrlash ko'rsatkichi* deyiladi va pT bilan belgilanadi. Titrlash ko'rsatkichi indikatorning bir shakldan ikkinchisiga o'tishida rang o'zgarishi pH qiymatlar yig'indisining yarmi tariqasida hisoblanadi. Masalan:

$$pT_{m-z} = (3,1 + 4,4)/2 = 3,75;$$

$$pT_{f-i} = (8 + 10)/2 = 9.$$

Ideal holatda titrlash $pH = pT$ bo'lganda tugaydi.

Kislota-asosli titrlash usulining asosiy indikatorlari quyidagi rang o'zgarish oraliq'i va titrlash ko'rsatkichiga ega:

	Rang o'zgarish oraliq'i	Titrlash ko'rsatkichi pT
Metilzarg'aldog'i	3,1 – 4,4	4,0
Metil qizili	4,4 – 6,2	5,5
Fenolftalein	8,0 – 10,0	9,0
Lakmus	5,0 – 8,0	7,0

Titrlash egri chizig'i. Indikator tanlash

Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqta qo'shilayotgan indikator rangining o'zgarishiga ko'ra aniqlanadi. Indikatorni to'g'ri tanlash uchun titrlash jarayonida eritma muhitining kislotali yoki ishqoriyligi (pH) o'zgarishini aniqlash lozim. Eritma pH qiymatining uzluksiz o'zgarishini grafik tarzda ko'rsatish qabul qilingan.

Eritma muhitining o'zgarishi titrlash egri chizig'i yordamida ko'rsatiladi. Titrlash jarayonida qo'shilayotgan kislota yoki asos eritmasining hajmiga qarab eritma pH i o'zgarishining grafik tasviri *titrlash egri chizig'i* deyiladi. Titrlash egri chizig'ini tuzish uchun to'g'ri chiziqli koordinata o'qlaridan foydalanib, grafik chiziladi. Absissa o'qida qo'shilayotgan titrlangan eritmaning hajmi (ml), ordinata o'qida esa eritmaning pH qiymati ko'rsatiladi.

Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i

100,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan NaOH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan HCl eritmasi bilan atsdimetrik titrlash egri chizig'ini ko'rib chiqamiz.

100,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan NaOH ning, titrlash natijasida, pH i 13 ga, pOH i esa 1 ga teng bo'ladi. 90,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan HCl eritmasi qo'shilganda, NaOH ning konsentratsiyasi 10 marta kamayadi va $pH = 12$, $pOH = 2$ ga teng bo'ladi. Yana 9,00 ml (hammasi bo'lib 99,00 ml) HCl eritmasi qo'shilganda, NaOH ning konsentratsiyasi yana 10 marta kamayadi va eritma $pH = 11$, $pOH = 3$ bo'ladi. HCl eritmasini qo'shishni asta-sekin davom ettirib, olingan pH qiymatlari grafik tarzida joylanadi va titrlash egri chizig'i keltirib chiqariladi.

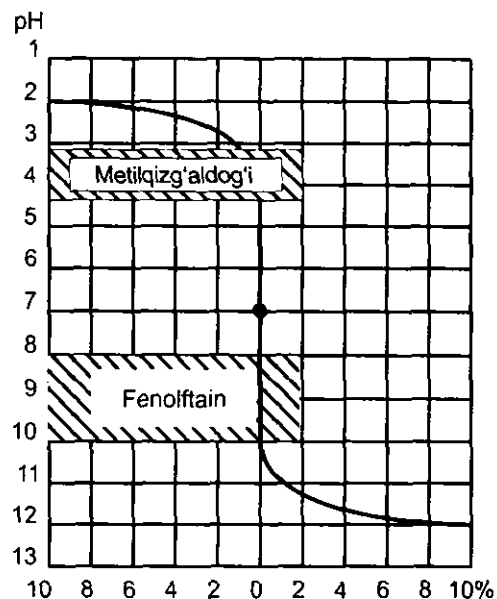
Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'ida boshlang'ich holatda muhit pH qiymati avval bir tekisda o'zgaradi, muhit ishqoriy bo'ladi. 10 ga teng bo'lganda pH keskin o'zgaradi va muhit kislotali bo'lib qoladi ($pH = 4$). Undan keyin yana pH kislotali muhitda bir tekisda o'zgarib boradi.

Titrlash egri chizig'ida muhit pH ining keskin o'zgarishi *sakrash oralig'i* deyiladi. Titrlash egri chizig'ida sakrash $pH = 4 - 10$ oralig'ida kuzatiladi.

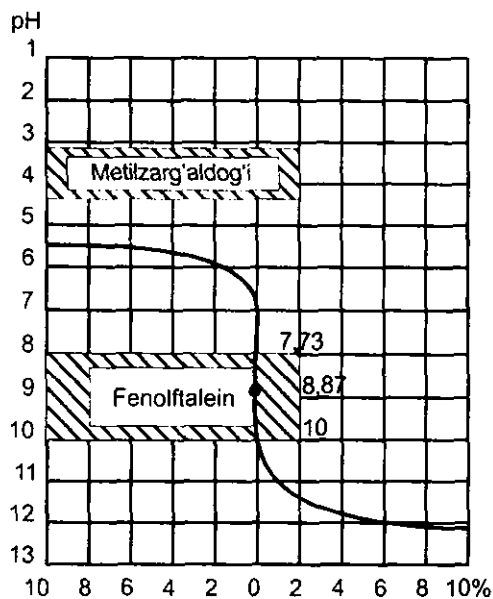
Sakrash oralig'ining o'rtasi *ekvivalent nuqta* deyiladi. Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlashda ekvivalent nuqta $pH = 7$ ga to'g'ri keladi. Kuchli kislotali kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i qarama-qarshi ko'rinishda bo'ladi. U kislotali muhitda boshlanadi (kislota titrlanadi). Sakrash oralig'i $pH = 4$ da boshlanib, $pH = 10$ da tugaydi. Bu holda ham ekvivalent nuqta $pH = 7$ ga to'g'ri keladi. Kuchli kislotali kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i 7- rasmda ko'rsatilgan.

Titrlashdagi sakrash oralig'i titrlanayotgan kislota yoki asosning konsentratsiyasiga bog'liq. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0100 mol/l bo'lgan kislotali xuddi shunday

konsentrasiyalı ishqor eritmasi bilan titrlaganda sakrash oralig'i kichiklashadi va $pH = 5$ dan $pH = 9$ bo'lib qoladi.



7- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l HCl eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NaOH bilan titrlash egri chizig'i



8- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l CH_3COOH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NaOH bilan titrlash egri chizig'i

Titrlash egri chizig'idan foydalanib, unga mos indikatorlar tanlanadi. Har bir titrlashga sakrash oralig'ining pH qiymatlarida rangini o'zgartiradigan indikatorgina yaroqlidir.

Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlaganda rang o'zgarish oralig'i $pH = 8,0-10,0$ bo'lgan fenolftalein, rang o'zgarish oralig'i $pH = 3,1-4,4$ bo'lgan metilzarg'aldog'i, rang o'zgarish oralig'i $pH = 4,4-6,2$ bo'lgan metil qizili, rang o'zgarish oralig'i $pH = 5-8$ bo'lgan lakmus va $pH = 4,0-10,0$ qiymati oralig'ida bo'lgan boshqa indikatorlardan foydalanish mumkin.

Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i

Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'ining ko'rinishi birmuncha o'zgacha. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan kuchsiz sirka kislota CH_3COOH ni ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan kuchli asos NaOH bilan titrlash egri chizig'i 8- rasmda keltirilgan.

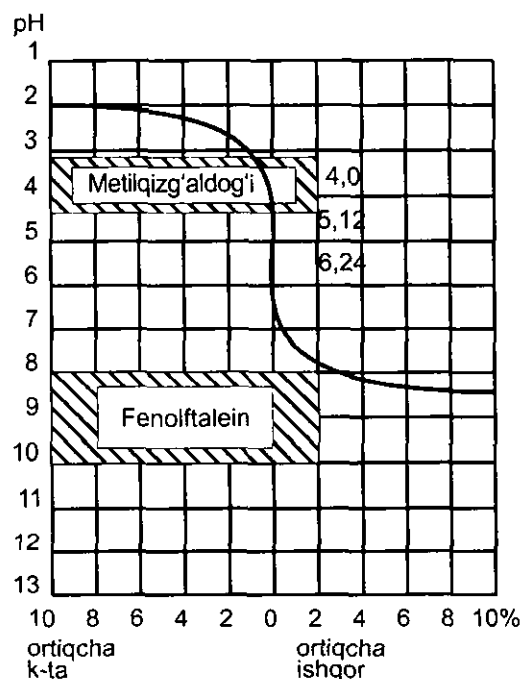
Titrlash natijasida hosil bo'lgan natriy atsetat tuzi CH_3COONa gidrolizlanib, ishqoriy muhit hosil qiladi. Shuning uchun sakrash ishqoriy muhitga surilgan bo'lib, $\text{pH} = 7,8 - 10,0$ oralig'ida yotadi. Shuni aytish kerakki, titrlanayotgan kislota qancha kuchsiz bo'lsa, sakrash oralig'i va ekvivalent nuqta ishqoriy muhitga shuncha ko'p surilgan bo'ladi.

Kuchsiz kislotalarni kuchli asos bilan titrlaganda rang o'zgarish oralig'i $\text{pH} = 8,0 - 10,0$ bo'lgan fenolftalein indikatorini qo'llanadi.

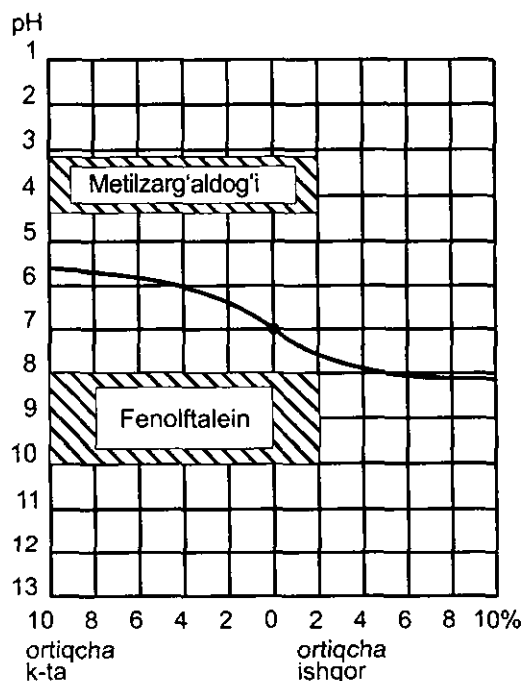
Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i

Ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1000 \text{ mol/l}$ bo'lgan NH_4OH eritmasini $0,1000 \text{ mol/l}$ ekvivalent molyar konsentratsiyali HCl eritmasi bilan titrlash egri chizig'i 9- rasmda keltirilgan.

Reaksiya mahsuloti bo'lgan NH_4Cl tuzining eritmasi kislotali muhit hosil qilib gidrolizlanadi. Shuning uchun ekvivalent nuqta kislotali muhitda $\text{pH} < 7$ bo'ladi. Titrlash egri chizig'i buni tasdiqlaydi.



9- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1000 \text{ mol/l}$ NH_4OH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1000 \text{ mol/l}$ HCl bilan titrlash egri chizig'i



10- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1000 \text{ mol/l}$ CH_3COOH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1000 \text{ mol/l}$ NH_4OH bilan titrlash egri chizig'i

Haqiqatan ham, bu jarayonda sakrash oralig'i $pH = 4$ dan $pH = 6,2$ gacha bo'lib, ekvivalent nuqta $pH = 5,4$ ga teng bo'ladi.

Bu holatda indikator sifatida metilzarg'aldog'i ($pT = 4$) va metil qizili ($pT = 5$) ishlatiladi. Lakmus va fenolftalein ishlatilmaydi, chunki ularning titrlash ko'rsatkichlari sakrash oralig'iga mos kelmaydi.

Kuchsiz kislotani kuchsiz asos bilan titrlash mumkin emas, chunki bu jarayon sakrash oralig'iga ega bo'lmaydi (10- rasm).

Titrimetrik analiz usullari tibbiyotda keng qo'llanadi. Bu usullar biologik suyuqliklarning kislotaliligini, biologik suyuqliklar tarkibidagi oksidlovchi va qaytaruvchilarning miqdorini, biologik suyuqliklar tarkibidagi metall ionlarining miqdorini analiz qilishda keng qo'llanadi. Titrimetrik analiz usullari yordamida dorivor preparatlar sifatida ishlatiladigan xlorid, borat va ko'pchilik organik kislota eritmaları miqdoriy analiz qilinadi. Sanitariya-gigiyenik jihatdan bu usullar yordamida oziq-ovqat mahsulotlarining kislotaliligi, suvning qattiqligi va boshqalar aniqlanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Eritma fenolftalein qo'shilganda rangsiz, fenol qizili qo'shilganda esa qizil rangga ega. Ushbu eritma muhitining taxminiy pH qiymatini aniqlang.

Yechish:

1. Fenolftaleinning rang o'zgarish oralig'i $pH = 8,0-10,0$; rangsizdan binafsha rangga o'tadi.

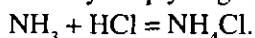
2. Fenol qizilining rang o'zgarish oralig'i esa $pH = 6,8-8,4$; sariqdan qizil rangga o'zgaradi.

3. Eritma fenolftalein ishtirokida rangsiz, fenol qizili ishtirokida qizil rang hosil qiladi, demak, uning pH qiymati $8,0-8,4$ oralig'ida yotadi.

2- masala. Ammoniy gidroksidni xlorid kislota bilan titrlash egri chizig'ini tushuntiring va titrlash reaksiyasiga indikator tanlang.

Yechish:

1. Jarayon quyidagi reaksiya asosida boradi:



2. Hosil bo'lgan tuz gidrolizi natijasida eritma kislotali muhitga ega bo'lib, ekvivalent nuqta $pH < 7$ bo'ladi.

3. Bu jarayonda sakrash oralig'i $pH = 4$ dan $pH = 6,2$ gacha bo'ladi.

Shunday qilib, bu jarayon uchun metilzarg'aldog'i ($pH = 3,1 - 4,4$) va metil qizili ($pH = 4,4 - 6,2$) ishlatilishi mumkin.

Vaziyatli masalalar

1. Bromtimol ko'king ionlanish konstantasi $1,6 \cdot 10^{-7}$ ga teng bo'lsa (kislotali indikator), titrlash ko'rsatkichini hisoblang.

Javob: $pK = 6,8$.

2. Agar eritma nitrofenol qo'shilganda rangsiz bo'lib, bromkrezol ko'kida ko'k rangga kirs, biologik suyuqlik pH ining taxminiy qiymatini ayting. Nitrofenolning sakrash oralig'i $pH = 5,6-7,6$ bo'lganda rangsizdan sariqqa o'tadi; bromtimol ko'king sakrash oralig'i $pH = 3,8-5,4$ gacha bo'lganda sariqdan ko'kka o'tadi.

Javob: $pH = 5,4-5,6$.

3. Sirka kislotali natriy gidroksid bilan titrlash jarayoniga mos indikatorni tanlang.

Javob: fenolftalein, timolftalein.

Test savollari

1. Indikatorning rang o'zgarish oralig'i nima?

- a) indikatorning 50%i molekula shaklida, 50%i ion shaklida bo'lgan pH qiymati;
- b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tish oralig'i;
- d) titrlashdagi eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
- e) ekvivalent nuqta yaqinida 1 tomchi ishchi eritma ta'sirida eritma pH ining keskin o'zgarishi.

2. Titrlash egri chizig'i nima?

- a) indikatorning 50%i molekula shaklida, 50%i ion shaklida bo'lgan pH qiymati;
- b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tgandagi pH qiymati;
- d) titrlash jarayonida eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
- e) ekvivalent nuqta yaqinida bir tomchi ishchi eritma ta'sirida eritma pH ining keskin o'zgarishi.

3. Titrlashda sakrash oralig'i nima?

- a) indikatorning 50%i molekula shaklida, 50%i ion shaklida bo'lgan pH qiymati;
- b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tgandagi pH qiymati;
- d) titrlash jarayonida eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
- e) ekvivalent nuqta yaqinida bir tomchi ishchi eritma ta'sirida eritma pH ining keskin o'zgarishi.

4. Qanday indikatorlar bir xil rangli indikatorlar deyiladi?

- a) ikkala shakli ham rangli bo'lsa;
- b) faqat bir shakli rangli bo'lsa;

- d) ikkala shakli ham rangsiz bo'lsa;
- e) ikkala shakli ham bir xil rangda bo'lsa.

5. Qanday indikatorlar ikki xil rangli indikatorlar deyiladi?

- a) ikkala shakli ham rangli bo'lsa;
- b) faqat bir shakli rangli bo'lsa;
- d) ikkala shakli ham rangsiz bo'lsa;
- e) ikkala shakli ham bir xil rangda bo'lsa.

6. Bir rangli indikatorni ko'rsating.

- a) lakmus;
- b) fenolftalein;
- d) metilzarg'aldog'i;
- e) metil qizili.

7. Titrlash ko'rsatkichi deganda nima tushuniladi?

- a) indikatorning 50%i molekula shaklida, 50%i ion shaklida bo'lgan pH qiymati;
- b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tgandagi pH qiymati;
- d) titrlash jarayonida eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
- e) ekvivalent nuqta yaqinida bir tomchi ishchi eritma ta'sirida eritma pH ining keskin o'zgarishi.

8. Qaysi indikatorning rang o'zgarish oralig'i $pH = 3,1-4,4$ ni tashkil qiladi?

- a) lakmus;
- b) fenolftalein;
- d) metilzarg'aldog'i;
- e) metil qizili.

9. Qaysi indikatorning rang o'zgarish oralig'i $pH = 8,2-10,0$ da bo'ladi?

- a) lakmus;
- b) fenolftalein;
- d) metilzarg'aldog'i;
- e) metil qizili.

10. Ammoniy gidroksidni xlorid kislota bilan titrlashda qaysi indikatorni qo'llash mumkin?

- a) lakmus;
- b) fenolftalein;
- d) metilzarg'aldog'i;
- e) metil qizili.

2.2. Kislota-asosli titrlash usuli. Alkalimetriya

Mashg'ulotning maqsadi. Kislota-asos reaksiyalarining borish qonunlarini bilgan holda, biologik obyekt va dorivor preparatlarda kislotalar hamda gidrolizlanganda kislotali muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kislota-asosli titrlash usuli tibbiy-biologik tekshiruvlarda klinik analizlar o'tkazish, oziq-ovqat mahsulotlari va suvning sanitariya-gigiyena holatini tekshirish, dori shakllari va preparatlarini analiz qilishda qo'llanadi. Bu usul bilan eritmalarda kislotalar, ishqorlar va gidrolizlanganda kislotali yoki ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlash mumkin. Masalan, bu usul bilan me'da shirasi, siydik va boshqa biologik suyuqliklarning kislotaliligi tekshiriladi. Dorivor preparatlar sifatida ishlatiladigan xlorid, sulfat, borat va ko'pchilik organik kislotalarning eritmaları miqdoriy analiz qilinadi. Sanitariya-gigiyena jihatidan oziq-ovqat mahsulotlarining kislotaliligi, suvning qattiqligi va boshqalar aniqlanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Neytrallanish reaksiyasi.
2. Vodorod ko'rsatkichi.
3. Tuzlarning gidroliz reaksiyasi.
4. Kislota-asosli titrlash usulining indikator nazariyasi.
5. Eritma tarkibini ifodalash usullari.
6. Titrlangan eritmalarıni tayyorlash.

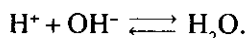
Darsda ko'riladigan savollar:

1. Kislota-asosli titrlash usulining nazariy asoslari.
2. Laboratoriya ishining nazariy asoslari:
 - 2.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 2.2. Indikator tanlash.
 - 2.3. Laboratoriya ishini bajarish uslubi.
 - 2.4. Hisoblash formulalari.
 - 2.5. Analiz natijalaridan xulosa chiqarish.
3. Kislota-asosli titrlash usulining tibbiyotda qo'llanilishi.
4. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Kislota-asosli titrlash usullari. Alkalimetriya

Kislota-asosli titrlash usuli negizida mahsulotlardan biri suv bo'lgan neytrallanish reaksiyasi yotadi:



Bu usul yordamida kuchli kislota-ni titrlangan eritmasidan foydalanib, ishqor yoki gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlash (*atsidimetriya*) yoki

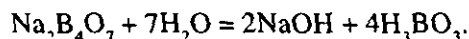
titrlangan ishqor eritmasidan foydalanib, kislota yoki gidrolizlanganda kislotali muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlash (*alkalimetriya*) mumkin. Ekvivalentlik nuqtasi pH ning ma'lum qiymatida yotadi va o'zaro ta'sirlashayotgan kislota va asos kuchiga bog'liq bo'ladi.

Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqtasi (reaksiyaning tugash nuqtasi) indikatorlar yordamida aniqlanadi. Bu usul bilan titrlash davomida eritma muhitining pH qiymati o'zgaradi, shu sababli ekvivalent nuqtani aniqlashda kislota-asosli indikatorlardan foydalaniladi. Bunday indikatorlarga metilzarg'aldog'i, metil qizili, neytral qizili, lakmus, fenolftalein, timolftalein va boshqalarni keltirish mumkin.

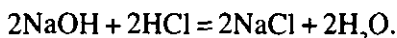
Bu indikatorlar muhitning pH qiymatiga qarab o'z rangini o'zgartiradi. Masalan, metilzarg'aldog'i indikator $pH = 3,1 - 4,4$ oralig'ida o'z rangini o'zgartiradi. $pH < 3,1$ bo'lganda bu indikator pushti rangli, $pH > 4,4$ bo'lganda sariq rangli. Fenolftalein indikator $pH < 8$ bo'lganda rangsiz, $pH > 10$ bo'lganda binafsha rangli, lakmus esa $pH < 5$ bo'lganda qizil, $pH < 8$ bo'lganda ko'k rangli.

Titrlash davomida reaksiya muhiti o'zgaradi va eritma muhitiga qarab kerakli indikator tanlanadi. Reaksiya muhiti reaksiya natijasida hosil bo'lgan tuz tabiatiga bog'liq. Agar mazkur tuz kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan bo'lsa, reaksiya muhiti asosli bo'ladi. Bu holda asosli muhitda rangini o'zgartiradigan indikatorlar – fenolftalein, timolftaleindan foydalaniladi. Agarda tuz kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan bo'lsa, reaksiya muhiti kislotali bo'lib, kuchsiz kislotali muhitda rangini o'zgartiradigan indikatorlar – metilzarg'aldog'i, metil qizili indikatorlarini qo'llash mumkin. Agar tuz kuchli asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan bo'lsa, hamma indikatorlardan foydalanish mumkin.

Alkalimetriya usuli bilan titrlashda ko'pincha xlorid kislota eritmasi ishchi eritma sifatida qo'llaniladi. Uning konsentratsiyasini aniqlash uchun ma'lum konsentratsiyali (titrlangan) natriy tetraborat eritmasidan foydalaniladi. Bu tuz suvli eritmasining gidrolizlanishi oqibatida ishqoriy muhit hosil bo'ladi:



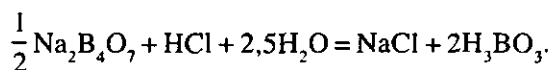
Shuning uchun uni kislota bilan titrlash mumkin:



Umumiy tenglamasi:



yoki



Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, reaksiya natijasida kuchsiz ortoborat kislota hosil bo'ladi, uning eritmasi $pH = 4,6$. Demak, ekvivalentlik nuqtasini metilzarg'aldog'i

indikatori rang o'zgarishiga qarab belgilash mumkin, chunki uning o'tish oralig'i $pH = 3,0 - 4,4$ da yotadi.

Standartlangan xlorid kislota eritmasi dorivor preparatlar, asoslar, gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar va boshqalarni analiz qilishda ishlatiladi.

Kislota-asosli titrlash usuli klinik-dagnostik ahamiyatga ega. Bu usuldan foydalanib, tibbiyot amaliyotida oziq-ovqat mahsulotlari, ichimlik suvi, ona sutning kislotaliligi aniqlanadi.

Kislota-asosli moddalar biologik hujayralar va tirik organizmning biologik faoliyatiga ta'sir etadi. Organizmdagi barcha biologik suyuqliklar – me'da shirasi, qon, siydik, o't suyuqligi, ter va boshqalar ma'lum pH qiymatga ega. Bu kattalikning o'zgarishi patologik holatlarga olib keladi. Shuning uchun organizm biosuyuqliklarining kislotaliligini aniqlash tibbiyot amaliyotida katta ahamiyat kasb etadi.

Laboratoriya ishida talabalar me'da shirasining umumiy kislotaliligini aniqlaydilar.

Me'da shirasi kuchli kislotali muhitga ega bo'lgan rangsiz suyuqlikdir. Me'da shirasi tarkibiga suv, oqsillar, fermentlar (pepsin), xlorid kislota, nordon ta'sir etuvchi fosfatlar va bir qator boshqa moddalar kiradi.

Me'da shirasining kislotali reaksiyasi uning tarkibida xlorid kislota, nordon ta'sir etuvchi fosfatlar borligi natijasida, patologik jarayonlarda esa sut kislotasi va uchuvchan yog' kislotalar borligi natijasida vujudga keladi.

Me'da shirasiga nordon ta'sir etuvchi moddalar yig'indisi *umumiy kislotalilik* deyiladi.

Oqsil va uning hazm bo'lish mahsulotlari bilan bog'liq bo'lgan xlorid kislota *bog'langan xlorid kislota* deyiladi, ortib qolgan xlorid kislota esa *erkin xlorid kislota* deyiladi.

Turli kasalliklarda ajraladigan me'da shirasining miqdori ham, uning tarkibidagi xlorid kislotalar miqdori ham o'zgarishi mumkin.

Me'da shirasidagi HCl konsentratsiyasining o'zgarishi me'da-ichak trakti xastaliklariga sabab bo'ladi. Me'da shirasi pH ining qiymati normada $0,9 - 2,0$ bo'ladi. Kislotaliligining ortishi ($pH < 0,9$) giperxloridriya – me'da yallig'lanishiga olib keladi. Me'da shirasi kislotaliligining kamayishi ($pH > 2$) gipoxloridriya va $pH = 0$ ga tushishi axloridriya – onkologik kasalliklarga olib keladi.

Me'da shirasi umumiy miqdori, rangi, hidi, fermentativ faolligi ham o'zgarib turishi mumkin. Shuning uchun klinik amaliyotda, diagnostikada va me'da-ichak kasalliklarini davolashda kislota-asosli titrlash usuli keng qo'llaniladi. Shilliq borligi, umumiy kislotaliligi, erkin va bo'lgan xlorid kislotalar, me'da shirasida sut kislota, o't zardobi va qon borligi aniqlanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. 20,00 ml xlorid kislota eritmasini titrlash uchun 18,27 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi $c(\frac{1}{2} Na_2B_4O_7) = 0,09528 \text{ mol/l}$ bo'lgan natriy tetraborat eritmasi

sarflangan. Xlorid kislotasi eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

Berilgan:

$$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 20,00 \text{ ml};$$

$$c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right) = 0,09528 \text{ mol/l};$$

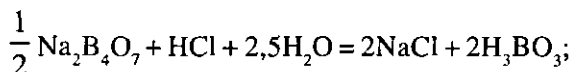
$$V(\text{HCl}) = 18,27 \text{ ml};$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}.$$

$$c(\text{HCl}) = ? \quad t(\text{HCl}) = ?$$

Yechish:

Reaksiya tenglamasi:



$$f_{\text{ekv}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \frac{1}{2}; \quad f_{\text{ekv}}(\text{HCl}) = 1.$$

1. Ekvivalentlar qonuniga ko'ra, HCl eritmasining konsentratsiyasi topiladi:

$$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right) = V(\text{HCl}) \cdot c(\text{HCl});$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right)}{V(\text{HCl})};$$

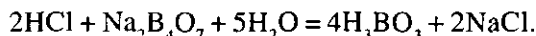
$$c(\text{HCl}) = \frac{20,00 \cdot 0,09528 \text{ ml} \cdot \text{mol}}{18,27 \text{ ml} \cdot l} = 0,1043 \text{ mol/l}.$$

2. Eritmaning titri $t(\text{HCl})$ aniqlanadi:

$$t(\text{HCl}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000} = \frac{0,1043 \cdot 36,5}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,003807 \text{ g/ml}.$$

Javob: $c(\text{HCl}) = 0,1043 \text{ mol/l}$; $t(\text{HCl}) = 0,003807 \text{ g/ml}$.

2- masala. Xlorid kislotasi eritmasini quyidagi reaksiyaga ko'ra kislotasi-asosli titrlash uchun zarur bo'lgan 500,00 ml 0,1000 mol/l li eritma tayyorlash uchun qancha $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kerakligini hisoblang:



Berilgan:

$$m(V(\text{eritma})) = 500,00 \text{ ml} = 0,5 \text{ l};$$

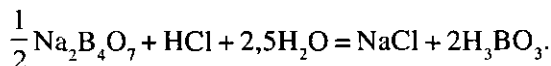
$$c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,4 \text{ g/mol};$$

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = ?$$

Yechish:

1. Reaksiya tenglamasi:



Tenglamadan $f_{\text{ekv.}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \frac{1}{2}$; $f_{\text{ekv.}}(\text{HCl}) = 1$ ligi ko'rinadi.

Bundan, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ning ekvivalent molyar massasi:

$$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = f_{\text{ekv.}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \text{ ga teng.}$$

$$M\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = \frac{1}{2} \cdot 381,4 \text{ g/mol} = 190,7 \text{ g/mol.}$$

2. 500 ml (0,5l) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ eritmasidagi molyar sonini topamiz:

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \tilde{n}\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) \cdot V(\text{eritma});$$

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,1000 \cdot 0,5 \frac{\text{mol} \cdot \text{l}}{\text{l}} = 0,05 \text{ mol.}$$

3. $n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$ ning topilgan qiymatiga ko'ra va $M\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right)$ ning qiymatini nazarda tutib, shu tuz massasi hisoblanadi:

$$m\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot M\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right);$$

$$m\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = 0,05 \cdot 190,7 \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{mol}} = 9,53 \text{ g.}$$

Javob: $m\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = 9,53 \text{ g.}$

Vaziyatli masalalar

1. Xlorid kislota me'da shirasida 0,4–0,5% ni (massa jihatdan) tashkil etadi. 10,00 ml ($\bar{n} = 1,03$ g/ml) me'da shirasini titrlash uchun 0,1000 mol/l li NaOH eritmasidan necha ml sarf bo'lishini hisoblang.

Javob: $V(\text{NaOH}) = 9,20$ ml.

2. Og'izni chayish, ko'zni yuvish uchun ishlatiladigan borat kislota miqdori alkalimetrik usul bilan aniqlanadi. Agar 2,00 ml H_3BO_3 ni titrlash uchun 10,00 ml 0,1000 mol/l NaOH eritmasi sarflangan bo'lsa, borat kislota eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va eritmadagi H_3BO_3 ning massa ulushi qanday ($M(\text{H}_3\text{BO}_3) = 61,83$ g/mol)?

Javob: $c(\text{H}_3\text{BO}_3) = 0,5000 \text{ mol/l}$; $\bar{u} \% (\text{H}_3\text{BO}_3) = 3,09\%$.

Test savollari

1. Titrimetrik analizning qaysi usuli bilan sirka kislotaning konsentratsiyasini aniqlash mumkin (bunda titrlangan eritma sifatida ishqor eritmasi ishlatilgan)?

a) atsidimetriya; b) alkalimetriya; d) oksidimetriya; e) kompleksometriya.

2. Fenolftalein indikatorini qaysi reaksiya asosida boradigan titrlashda qo'llash mumkin?

a) $\text{NH}_3 + \text{HCl}$; d) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$;
b) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3$; e) $\text{HCOOH} + \text{NaOH}$.

3. Qaysi holatda ekvivalent nuqta ishqoriy muhitda bo'ladi?

a) kuchli kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda;
b) kuchli kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
d) kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
e) kuchsiz kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda.

4. Qaysi holatda ekvivalent nuqta kislotali muhitda bo'ladi?

a) kuchli kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda;
b) kuchli kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
d) kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
e) kuchsiz kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda.

5. Qaysi holatda ekvivalent nuqta neytral muhitda bo'ladi?

a) kuchli kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda;
b) kuchli kislota kuchli asos bilan titrlanganda;

- d) kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
 e) kuchsiz kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda.

6. Me'da shirasining pH qiymatini ko'rsating:

- a) 2–4; b) 0,9–2; d) 4–6; e) 3–5.

7. Eritmaning konsentratsiyasi qanday aniqlik bilan o'lchanadi?

- a) 0,03 mol/l; d) 0,09328 mol/l;
 b) 0,1025 mol/l; e) 0,081293 mol/l.

8. Eritmalarning hajmi qanday aniqlik bilan o'lchanadi?

- a) 10,25 ml; d) 11 ml;
 b) 11,252 ml; e) 12,5 ml.

9. HCl ni $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ bilan titrlaganda ekvivalent molyar konsentratsiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi?

a)
$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{V(\text{HCl})};$$

b)
$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)};$$

d)
$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot V(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000};$$

e)
$$c(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}.$$

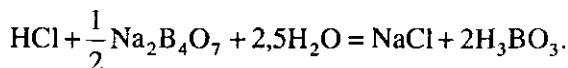
10. HCl eritmasi NH_4OH bilan titrlanganda qaysi indikator qo'llaniladi?

- a) fenolftalein;
 b) lakmus;
 d) metilzarg'aldog'i;
 e) timolftalein.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Me'da shirasidagi xlorid kislota konsentratsiyasini aniqlash

Pipetka bilan 10,00 ml me'da shirasi eritmasi o'lchab olinadi va titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga solinadi. Unga 1–2 tomchi metilzarg'aldog'i qo'shib, standartlangan natriy tetraborat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ eritmasi bilan bir tomchidan eritma pushti rangdan sariq rangga kimguncha titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi va o'rtacha hajm qiymatidan xlorid kislota konsentratsiyasi va titri quyidagi reaksiya asosida hisoblanadi:



Tajriba natijalari jadvalda ko'rsatiladi:

1	$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7),$ ml	$c(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7),$ mol/l	$V(\text{HCl}),$ ml	$c(\text{HCl}),$ mol/l	$t(\text{HCl}),$ g/m	Indikator
1	10,00					metilzarg'aldog'i
2	10,00					metilzarg'aldog'i
3	10,00					metilzarg'aldog'i
O'rtacha qiymati						

$$f_{\text{ekv.}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \frac{1}{2}; \quad f_{\text{ekv.}}(\text{HCl}) = 1.$$

Hisoblar quyidagi tenglamalar bo'yicha bajariladi:

$$c(\text{HCl}) = \frac{V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot c(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{V(\text{HCl})}, \text{ mol/l};$$

$$t(\text{HCl}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000}, \text{ g/ml}.$$

$M(\text{HCl})$ – HCl ning molyar massasi; $M(\text{HCl}) = 36,5$ g/mol.

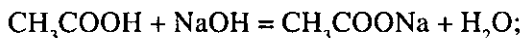
$\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ formuladan pH aniqlanadi.

Talabalarga berilgan 3 xil eritma shu tarzda analiz qilinib, ulardan tegishli xulosalar chiqariladi.

8,2–8,4% li (massa jihatidan) HCl eritmasi me'da shirasi kislotaliligi taqchilligida mikstura holida ichishga buyuriladi. Uning miqdoriy analizini natriy tetraboratning standart eritmasi yoki NaOH va KOH larning standart eritmaları yordamida aniqlash mumkin. Analiz o'tkazish usuli yuqoridagidek.

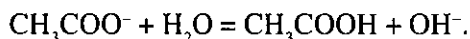
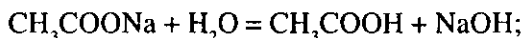
2- tajriba. Alkalimetriya usuli bilan sirka kislota konsentratsiyasi va massasini aniqlash

Sirka kislota kuchsiz kislota bo'lgani uchun uni kuchli ishqor eritmasi bilan titrlanadi:



$$f_{\text{ekv.}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1; f_{\text{ekv.}}(\text{NaOH}) = 1.$$

Reaksiya natijasida kuchsiz kislota bilan kuchli ishqordan tarkib topgan tuz hosil bo'lib, u qisman gidrolizga uchraydi.



Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, CH_3COONa gidrolizi natijasida reaksiya muhiti ishqoriy bo'ladi ($\text{pH} > 7$). Shuning uchun sirka kislota kuchli ishqor bilan titrlashda fenolftalein indikatoridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Titrlash tartibi. Byuretkani NaOH ning ishchi eritmasi bilan «0» nuqtasigacha to'ldirib, ishchi holatga keltiriladi. Titrlash kolbasiga pipetka yordamida 10,00 ml sirka kislota eritmasi solib, uning ustiga 2 tomchi fenolftalein indikator qo'shiladi va aralashma och pushti rang hosil bo'lguncha byuretkadagi NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash 3 marta takrorlanadi va olingan qiymatlar jadvalga kiritiladi.

1	$V(\text{CH}_3\text{COOH})$, ml	Indikator f-f, tomchi	$V(\text{NaOH})$, ml	$M(\text{CH}_3\text{COOH})$, g/mol	$c(\text{CH}_3\text{COOH})$, mol/l	$t(\text{CH}_3\text{COOH})$, g/ml
1	10,00	2				
2	10,00	2				
3	10,00	2				
O'rtacha qiymati						

Hisoblash formulalari:

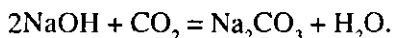
$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})}, \text{ mol/l};$$

$$t(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH})}{1000}, \text{ g/ml};$$

$$m = t(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}), \text{ g}.$$

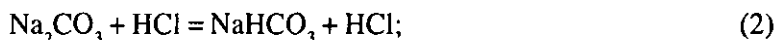
3- tajriba. Natriy gidroksid va natriy karbonat aralashmasidagi komponentlar miqdorini aniqlash

Natriy gidroksid gidroskopik modda bo'lgani uchun uning ma'lum bir qismi havodagi karbonat angidridni biriktirib, natriy karbonatga aylanadi:

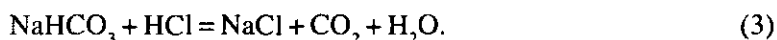


Shuning uchun amaliyotda ishlatiladigan natriy gidroksid o'zida ma'lum miqdorda natriy karbonat saqlaydi. Quyidagi usul tibbiyot amaliyotida ishlatiladigan NaOH tarkibidagi Na_2CO_3 ni aniqlashga asoslangan. NaOH va Na_2CO_3 aralashmasida ularning miqdorini aniqlash uchun ishchi eritma sifatida HCl ishlatiladi. Bunda fenolftalein va metilzarg'aldog'i indikatorlaridan foydalaniladi. HCl bilan titrlashda avval fenolftalein indikator ishtirokida uning rangi yo'qolguncha titrlanadi, so'ngra metilzarg'aldog'i indikator ishtirokida qizil-pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Indikatorlarning bunday tartibda qo'shilishi quyidagi reaksiyalarga bog'liq:

f-f



m-z



Titrlash davomida fenolftalein ishtirokida aralashmadagi NaOH ning hammasi va Na_2CO_3 ning yarmi HCl bilan reaksiyaga kirishadi (1,2- tenglama). Reaksiyaning ekvivalent nuqtasi eritmada hosil bo'lgan NaHCO_3 bilan tavsiflanadi, bu holda eritmaning pH qiymati 8,5 ga teng bo'ladi. Fenolftalein indikatorining rang o'zgarish oralig'i pH = 8 dan pH = 10 gacha. Titrlash metilzarg'aldog'i indikator ishtirokida davom ettiriladi. Bunda HCl faqat NaHCO_3 ni titrlashga sarflanadi (3- tenglama).

Aniqlash tartibi. Titrlash kolbasiga pipetka yordamida 10,00 ml NaOH va Na_2CO_3 aralashmasi solib, unga 1–2 tomchi indikator – fenolftalein qo'shiladi. Pushti rangga ega bo'lgan eritma konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan HCl eritmasi bilan tekshiriluvchi eritmaning pushti rangi yo'qolguncha titrlanadi. Sarf bo'lgan HCl ning hajmi V_1 bilan belgilanadi. Hosil bo'lgan rangsiz aralashmaga 2–3 tomchi metilzarg'aldog'i indikator qo'shiladi, bunda sariq rangli eritma hosil bo'ladi. HCl bilan titrlash qizil-pushti rang hosil bo'lguncha davom ettiriladi va kislotaning umumiy hajmi (fenolftalein va metilzarg'aldog'i ishtirokida reaksiya uchun ketgan HCl hajmi) V_2 bilan belgilanadi. Titrlash 3 marta takrorlanadi va olingan natijalar jadvalga kiritiladi.

1	V(NaOH+HCl), ml	Indikator f-f	V ₁ (HCl), ml	Indikator m-z	V ₂ (HCl), ml	c(HCl), mol/l
1	10,00	2		2		
2	10,00	2		2		
3	10,00	2		2		
O'rtacha qiymati						

Hisoblash formulalari:

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{c\left(\frac{1}{z}\right)\text{HCl} \cdot 2(V_1 - V_2) \cdot M\left(\frac{1}{z}\right)\text{NaOH}}{1000}, \text{g};$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{c\left(\frac{1}{z}\right)\text{HCl} \cdot 2(V_2 - V_1) \cdot M\left(\frac{1}{z}\right)\text{Na}_2\text{CO}_3}{1000}, \text{g}.$$

2.3. Kislota-asosli titrlash usuli. Atsidimetriya

Mashg'ulotning maqsadi. Kislota-asos reaksiyalarining borish qonunlarini bilgan holda, biologik obyekt va dorivor preparatlarda asoslar va gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Ammiak tirik organizmda aminokislotalarning parchalanishi oqibatida hosil bo'ladigan mahsulotdir. Uning bir qismi siydik bilan organizmdan chiqib ketadi (1 sutkada 0,5–1,2 g). Ba'zi patologik holatlarda ammiakning organizmdagi miqdori ortadi. Ammiak organizm uchun zaharli. Uning qondagi miqdori 0,05 mg dan oshmasligi kerak. Biologik suyuqliklarda ammiak miqdorining ortib ketishi giperammoniyemiya holatini keltirib chiqaradi, shuning uchun biologik suyuqliklar tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash diagnostik ahamiyatga ega.

Tibbiyotda ammiakning 10% li eritmasi – «novshadil spirti» keng qo'llaniladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

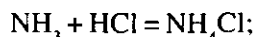
1. Neytrallanish reaksiyalari.
2. Vodorod ko'rsatkich – pH.
3. Tuzlarning gidrolizi.
4. Kislota-asosli titrlash usulining nazariy asoslari.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Aniqlanayotgan modda bo'yicha titr.
2. Laboratoriya ishining nazariy asoslari:
 - 2.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 2.2. Indikator tanlash.
 - 2.3. Laboratoriya ishini bajarish uslubi.
 - 2.4. Hisoblash formulalari.
 - 2.5. Eksperimental natijalaridan xulosa chiqarish.
3. Atsidimetriya usulining klinik analizda qo'llanilishi.
4. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi**Kislota-asosli titrlash usuli**

Standartlangan xlorid kislota eritmasi asoslar va gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiladigan tuzlarning miqdoriy analizida foydalaniladi. Misol tariqasida suvli eritmada NH_3 ni aniqlash mumkin. Xlorid kislota NH_3 (suvli eritmada) bilan o'zaro ta'siri quyidagi reaksiya tenglamasi bo'yicha boradi:



$$f_{\text{ekv.}}(\text{NH}_3) = 1, \quad f_{\text{ekv.}}(\text{HCl}) = 1.$$

Ekvivalent nuqta ta'sirlashayotgan moddalar miqdori ekvivalent bo'lganda qaror topadi, ya'ni:

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}).$$

Bu kattaliklarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)}; \quad n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V_{\text{eritma}}.$$

$m(\text{NH}_3)$ – NH_3 ning massasi, g; $M(\text{NH}_3)$ – NH_3 ning molyar massasi, g/mol;
 $c(\text{HCl})$ – HCl ning molyar konsentratsiyasi, mol/l; $V(\text{eritma})$ – HCl eritmasining hajmi, ml.
 Shunday qilib:

$$\frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = c(\text{HCl}) \cdot V_{\text{eritma}}.$$

Bu ifodadan ammiak massasi:

$$m(\text{NH}_3) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{eritma}) \cdot M(\text{NH}_3) \text{ ga teng.}$$

Berilgan tenglikni o'zgartirilsa:

$$\frac{m(\text{NH}_3)}{V_{\text{eritma}}} = c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)$$

va uni 1 ml ga nisbatan yozilsa:

$$t(\text{HCl}/\text{NH}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)}{1000}, \text{ g/ml.}$$

$c(\text{HCl})$ – xlorid kislota eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi, mol/l berilgan ifoda uchun aniq kattalik; $M(\text{NH}_3)$ – NH_3 ning molyar massasi, u 17 g/mol ga teng.

Bu ma'lum kattaliklarni o'rinlariga qo'yib, $t(\text{HCl}/\text{NH}_3)$ ni hisoblash mumkin, u ham doimiy qiymatga ega bo'ladi. Agar biror obyektidagi ammiak miqdorini aniqlashda uning eritmasini titrlash uchun $V(\text{HCl})$ sarflansa, unda titrlanayotgan eritmadagi ammiak massasi quyidagicha bo'ladi:

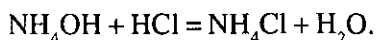
$$m(\text{NH}_3) = t(\text{HCl}/\text{NH}_3) \cdot V(\text{HCl}).$$

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Ammoniy gidroksidni xlorid kislota bilan titrlash egri chizig'i yo'lini tushuntiring, berilgan titrlash reaksiyasi uchun indikator tanlang.

Yechish:

1. Aytaylik, ammiakning suvli eritmasi xlorid kislota bilan titrlanadi:



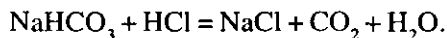
Reaksiya natijasida NH_4Cl tuzi hosil bo'ladi, bu esa ekvivalent nuqtadagi pH ga ta'sir etadi.

2. NH_4Cl gidrolizi natijasida eritmada kislotali muhit hosil bo'lib, ekvivalent nuqta $\text{pH} < 7$ da joylashadi.

3. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egriligida sakrash chegarasi $\text{pH} = 4$ dan $\text{pH} = 6,2$ oralig'ida joylashadi.

4. Shunday qilib, titrlash uchun metilzarg'aldog'i (o'tish oralig'i $\text{pH} = 3,1 - 4,4$) va metil qizili ($\text{pH} = 4,4 - 6,2$) kabi indikatorlarni ishlatish mumkin.

2- masala. 3,0 g ichimlik sodasi 250,00 ml li o'lchov kolbasidagi suvda eritildi:



Yuqoridagi reaksiya bo'yicha shu eritmaning 10,00 ml ni titrlash uchun 11,53 ml konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan xlorid kislota eritmasi sarf bo'ldi. Eritmadagi NaHCO_3 ning molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Berilgan:

$$m(\text{namuna}) = 3,0\text{g};$$

$$V(\text{eritma}) = 250,00\text{ml};$$

$$V(\text{NaHCO}_3) = 10,00 \text{ ml};$$

$$V(\text{HCl}) = 11,53 \text{ ml};$$

$$c(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ mol/l};$$

$$M(\text{NaHCO}_3) = 84,0 \text{ g/mol}.$$

$$c(\text{NaHCO}_3) = ? \quad t(\text{NaHCO}_3) = ?$$

Yechish:

1. Ekvivalentlar qonuniga binoan, NaHCO_3 eritmasining molyar konsentratsiyasi topiladi:

$$f_{\text{ekv.}}(\text{NaHCO}_3) = 1, \quad f_{\text{ekv.}}(\text{HCl}) = 1;$$

$$c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{NaHCO}_3) \cdot V(\text{NaHCO}_3);$$

$$c(\text{NaHCO}_3) = t(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,1000 \cdot 11,53 \text{ mol} \cdot \text{ml}}{10,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,1153 \text{ mol/l}.$$

2. $c(\text{NaHCO}_3)$ qiymatiga ko'ra, NaHCO_3 eritmasining titri topiladi:

$$t(\text{NaHCO}_3) = \frac{c(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3)}{1000};$$

$$t(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,1153 \cdot 84,0 \text{ mol} \cdot \text{g}}{1000 \text{ ml} \cdot \text{mol}} = 0,09685 \text{ g/ml}.$$

Javob: $c(\text{NaHCO}_3) = 0,1153 \text{ mol/l}; \quad t(\text{NaHCO}_3) = 0,09685 \text{ g/mol}.$

Vaziyatli masalalar

1. 10% (massa jihatidan) li ammiak eritmasi – «novshadil spirti» bemorlarni behush holatdan chiqarishda nafas olishni kuchaytirish uchun ishlatiladi. Uning miqdori atsidimetrik usul bilan aniqlanadi. Buning uchun 5,00 ml preparat hajmi 100 ml li kolbadagi suvda eritiladi. Agar 10,00 ml eritmani titrlash uchun 14,00 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali HCl eritmasi sarflangan bo'lsa, hosil bo'lgan eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi, massa ulushi (%) va titri qanday?

Javob: $c(\text{NH}_3) = 0,1400 \text{ mol/l}; \quad t(\text{NH}_3) = 0,002380\text{g/ml}; \quad \omega(\text{NH}_3) = 0,24\%.$

2. Tinchlantiruvchi ta'sirga ega kodein preparati miqdorini HCl eritmasi bilan, o'tish oralig'i pH qiymati 4,2 – 6,3 bo'lgan metil qizili ishtirokida aniqlanadi. Ushbu titrlashda ekvivalent nuqta joylashgan pH qiymatini tushuntiring.

Javob: $\text{pH} = 4-7.$

Test savollari

1. Qaysi titrlashda ekvivalent nuqta $pH > 7$ ga to'g'ri keladi?

- a) $HNO_3 + KOH -$; d) $NaOH + HCl -$;
b) $NH_3 + HCl -$; e) $HCOOH + NaOH -$.

2. Metilzarg'aldog'ining rang o'zgarish pH oralig'ini ko'rsating.

- a) 8,2–9,8; b) 5,6–7,4; d) 5,0–8,0; e) 3,1–4,2.

3. Qaysi titrlashda ekvivalent nuqta $pH < 7$ ga to'g'ri keladi?

- a) $HCOOH + KOH -$; d) $CH_3CH_2COOH + KOH -$;
b) $HCl + KOH -$; e) $NH_3 + HCl -$.

4. Qaysi titrlash jarayonida fenolftalein indikatorini qo'llanadi?

- a) $NH_3 + HCl -$; d) $NaOH + HCl -$;
b) $Na_3PO_4 + HCl -$; e) $HCOOH + NaOH -$.

5. Qaysi titrlashda ekvivalent nuqta $pH = 7$ ga to'g'ri keladi?

- a) $HNO_3 + NH_4OH -$; d) $HCOOH + NaOH -$;
b) $NH_3 + HCl -$; e) $HNO_3 + NaOH -$.

6. Qaysi titrlash jarayonida metilzarg'aldog'i indikatorini qo'llanadi?

- a) $C_6H_5OH + NaOH -$; d) $HCOOH + NaOH -$;
b) $NH_3 + HCl -$; e) $HNO_3 + NaOH -$.

7. Quyidagi reaksiya uchun indikator tanlang: $HCN + KOH -$.

- a) metilzarg'aldog'i; d) lakmus;
b) fenolftalein; e) metil qizili.

8. Qaysi eritmaning pH qiymati eng katta?

- a) $(NH_4)_2CO_3$; b) K_2CO_3 ; d) KNO_3 ; e) KCl ; f) $NaNO_3$.

9. Titrlash egri chizig'i nima?

- a) eritma pH i o'zgarishining grafik tasviri;
b) eritma hajmi o'zgarishining grafik tasviri;

- d) eritma konsentratsiyasi o'zgarishining grafik tasviri;
e) eritma bosimi o'zgarishining grafik tasviri.

10. $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HNO}_3$ reaksiya uchun qaysi indikatorni qo'llash mumkin?

- a) metilzarg'aldog'i; d) lakmus;
b) fenolftalein; e) indikator qo'llanilmaydi.

LABORATORIYA ISHI

Eritmadagi ammiak massasini nazorat-analitik usulda aniqlash

Ishning borishi. Titrlash kolbasiga ma'lum miqdorda ammiak eritmasi solinadi (o'qituvchi vazifa sifatida beradi), unga 1–2 tomchi metilzarg'aldog'i eritmasi qo'shiladi va sariq rang oxirgi 1 tomchi xlorid kislota natijasida och pushti rangga kurguncha standartlangan xlorid kislota eritmasi bilan titrlanadi. Aniqlash yana 2 marta qaytariladi, o'zaro yaqin natijalardan o'rta arifmetik qiymat olinadi va ammiak massasi hisoblanadi. Tajriba natijalari jadvalda ko'rsatiladi.

τ	$V(\text{NH}_3)$, ml	$V(\text{HCl})$, ml	$c(\text{HCl})$, mol/l	$\tau(\text{HCl}/\text{NH}_3)$, g/ml	$m(\text{NH}_3)$, g	Indikator
1						M-z
2						M-z
3						M-z
O'rtacha qiymati						

Hisoblar quyidagi tenglama bo'yicha bajariladi:

$$m(\text{NH}_3) = \tau(\text{HCl}/\text{NH}_3) \cdot V(\text{HCl}),$$

bunda, $\tau(\text{HCl}/\text{NH}_3)$ – HCl ning ammiakka nisbatan titri:

$$\tau(\text{HCl}/\text{NH}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)}{1000}, \text{ g/ml};$$

$V(\text{HCl}) - \text{NH}_3$ eritmasini titrlash uchun sarf bo'lgan HCl ning hajmi.

Kompleks birikmalar

Mashg'ulotning maqsadi. Kompleks hosil qiluvchi reaksiya mahsulotlarining tavsifi, ishlatish imkoniyatlarini aniqlashga sistemali yondashuvni o'rganish, biologik sistemalarda kompleks birikmalar hosil bo'lishini oldindan belgilash.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kompleks hosil bo'luvchi reaksiyalarning borish qonunlari va ularni biologik sistemalarga tatbiq qilishni bilish shifokorlar uchun juda zarur, chunki tirik organizmda boradigan ko'pchilik biokimyoviy jarayonlar kompleks birikmalar ishtirokida boradi. Xlorofill – magniyning kompleks birikmasi, gemoglobin – temirning kompleks birikmasi, B_{12} vitamini – kobaltning kompleks birikmasi va boshqalar. Metallofermentlar ham kompleks birikmalardir. Masalan, sitoxrom oksidaza va seruloplazmin – misning, karboksipeptidaza va karboangidraza fermentlari – ruxning kompleks birikmalari. Fermentativ jarayonlarning faollanishi (so'nishi) metallarning kompleks hosil qilishi oqibatida amalga oshadi. Masalan, magniy organizmda boradigan muhim biokimyoviy jarayonlarning biri bo'lgan *ATF* gidrolizini katalizlaydi (kuchaytiradi). Berilliy magniy saqlovchi fermentlarni, kadmiy esa rux saqlovchi fermentlarni barqarorroq kompleks hosil bo'lishi va biometallarni siqib chiqarishi hisobiga ingitiraydi (so'ndiradi). Kompleks hosil bo'lish jarayonlarini dorivor vositalar (preparatlar) ishlatishda hisobga olish kerak, chunki ularning ko'pchiligi biometallar uchun yaxshi ligand bo'lishi mumkin yoki tarkibida metall saqlagani holda organizmdagi bioligandlar bilan barqaror koordinatsion birikmalar hosil qilishi mumkin.

Metallarning, birinchi navbatda, og'ir metallar (masalan, simob, qo'rg'oshin, vismut, margimush va boshqalar)ning ortiqcha miqdorda organizmga tushishi zaharli ta'sir ko'rsatadi, bu ularning organizmdagi kislorod, azot, oltingugurt va boshqa bioelementlar saqlovchi biomolekulalar bilan kompleks birikmalar hosil qilishi oqibatidir. Bunday zaharlanishni davolash organizmga yanada barqarorroq, suvda yaxshi eriydigan kompleks birikmalar hosil qiluvchi ligandlarni kiritish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu jarayonda kompleksonlar, unitiol, dimerkaprol, penitsilamin va boshqa preparatlar (antidotlar) samarali vosita hisoblanadi.

Organizmda bioelementlar taqchilligida, odatda, bu elementlar odam organizmi uchun zaharli bo'lgan anorganik tuzlar bilan emas, balki bioligandlar bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalar holida kiritiladi. Masalan, tarkibida kobalt saqlovchi B_{12} vitamini, temir saqlovchi ferrotseron, gemostimulin va boshqalar shular jumlasidandir. Kompleks birikmalar tibbiyotda qator kasalliklarni davolashda ishlatiladi. Masalan, platina birikmalari rakka qarshi preparatlar bo'lib, xavfli o'smalarning o'sishini sekinlashtiradi. Kupir $CuCl_2 \cdot 2B_6$ sil va gepatit kasalligini davolashda, ferramid – temirning nikotin kislota amidi bilan kompleksi bo'lib, kamqonlikning hamma turida qo'llanadi, koamid – kobaltning nikotin kislota amidi bilan kompleksi bo'lib, yopiq suyak sinishlarining bitishiga yaxshi ta'sir ko'rsatadi, kobavit – kobaltning U vitamini bilan birga kompleksli gepatit, kamqonlik kasalliklarini davolashda qo'llanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Molekular va ion tenglamalar.
2. Massalar ta'siri qonuni.

3. Kimyoviy muvozanat.
4. Suvning qattiqligi.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Kompleks birikmalar.
2. Kompleks birikmalarning olinishi.
3. Kompleks birikmalar tuzilishi haqida A.Verner nazariyasi.
4. Kompleks birikmalarning tasniflanishi.
5. Ichki kompleks birikmalar.
6. Kompleks birikmalar eritmasida muvozanat.
7. Kompleks birikmalarning beqarorlik va barqarorlik konstantasi.
8. Kompleks hosil bo'lish reaksiyalarining yo'nalishini ilmiy asoslash.
9. Kompleks birikmalarning tibbiyotdagi ahamiyati.
10. Laboratoriya ishi.

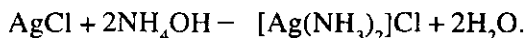
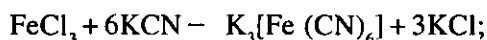
Ma'lumotlar yig'indisi

Tabiatda uchraydigan barcha kimyoviy moddalarni shartli ravishda ikki guruhga bo'lish mumkin:

1. Oddiy yoki birinchi darajali moddalar: H_2O , NH_3 , $AgCl$, KCN va boshqalar.
2. Murakkab yoki yuqori darajali moddalar: $[Ag(NH_3)_2]Cl$, $K_4[Fe(CN)_6]$, $H_2[HgCl_4]$ va boshqalar.

Murakkab yoki yuqori darajali moddalar oddiy modda molekulalarining o'zaro ta'siri natijasida olinadi.

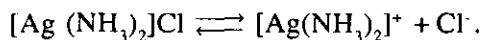
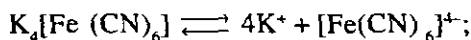
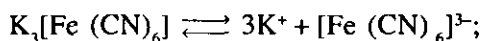
Masalan:



Ularning tarkibiga kirgan murakkab ionlar kompleks ionlar deb ataladi. Kompleks birikmalar kristall holatda va eritmada mustaqil ravishda mavjud bo'lishi mumkin.

Kompleks birikmalar deb, ligandlar bilan o'ralgan, markaziy atomdan iborat bo'lgan, kristall panjarasida murakkab kompleks ion saqlaydigan moddalarga aytiladi.

Kompleks birikmalar kristall holatda va eritmada mavjud bo'la oladi:



Kompleks birikmalarning tuzilishini 1863- yili shved olimi Alfred Verner keltirgan nazariya tushuntirib beradi.

Bu nazariya quyidagilardan iborat:

1. Ko'pchilik elementlarda asosiy valentlikdan tashqari, yondosh valentliklar mavjud bo'lib, ular ba'zi reaksiyalarda kuzatiladi.

2. Asosiy valentliklarning to'yinishi birinchi tartibli birikmalar hosil bo'lishi asosida yotadi, masalan, oddiy binar birikmalar hosil bo'lishida: HCl , H_2O , NH_3 , CaCl_2 va boshqalar.

3. Yondosh valentliklarning to'yinishi yuqori tartibli birikmalar hosil bo'lishi asosida yotadi, masalan, $[\text{NH}_4]\text{Cl}$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ va boshqalar.

4. Elementlarning yondosh valentliklari aniq fazoviy yo'naluvchanlikka ega bo'ladi.

Yuqoridagilarga asoslanib, A.Verner kompleks birikmalar tuzilishini quyidagicha asoslab berdi:

1. Kompleks birikmalarda markaziy o'rinni kompleks hosil qiluvchi ion yoki markaziy atom egallaydi. Ko'pincha, markaziy atom vazifasini musbat zaryadlangan metall atomi bajaradi. $[\text{NH}_4]\text{Cl}$ tuzi bundan mustasno, bu birikmada markaziy atom vazifasini N^{+3} bajaradi.

2. Markaziy atom atrofida ligandlar yoki addendlar deb nomlangan qarama-qarshi ionlar yoki qutbli molekular koordinatsiyalanadi. Ligand vazifasini neytral molekularlar – NH_3 , H_2O , NO , CO , kislota qoldiqlari – CN^- , CNS^- , NO_2^- , Cl^- , I^- , CO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, gidroksid ionlar – OH^- va boshqalar bajaradi.

3. Markaziy atom yoki kompleks hosil qiluvchi ion ligandlar bilan bevosita bog'lanib, kompleks birikmaning ichki sferasini hosil qiladi.

4. Markaziy atom bilan bevosita bog'lanmagan va ichki sferaga sig'magan hamma ionlar kompleks birikmaning tashqi sferasini tashkil etadi.

5. O'zida ortiqcha musbat yoki manfiy zaryad saqlovchi kompleks guruh *kompleks ion* deyiladi. Kompleks ion musbat, manfiy yoki zaryadsiz bo'lishi mumkin.

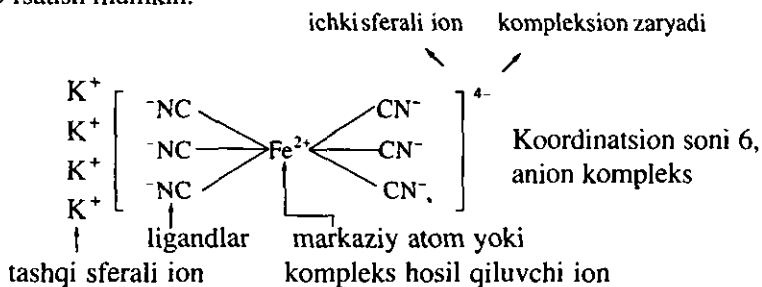
Kompleks ionning zaryadi kompleks hosil qiluvchi ion bilan ligandlar zaryadlarining algebraik yig'indisiga teng.

6. Markaziy atom bilan bog'langan bir dentantli ligandlar soni *koordinatsion son* deyiladi. Koordinatsion son markaziy atom tabiatiga, geometrik tuzilishiga va ligandlar tabiatiga bog'liq. U 1 dan 12 gacha qiymatlarni qabul qiladi, ko'p hollarda uning qiymati 4 va 6 ga teng. Koordinatsion soni 6 ga teng komplekslar oktaedrik tuzilishga, koordinatsion soni 4 ga teng bo'lgan komplekslar esa tetraedrik yoki yassi kvadrat tuzilishga ega bo'ladi.

Ba'zi kompleks hosil qiluvchi ionlarga xos bo'lgan koordinatsion sonlar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Koordinatsion sonlar	2	4	6	8
Kompleks hosil qiluvchi ionlar	Cu ⁺ Ag ⁺ Au ⁺	Cu ²⁺ , Co ²⁺ Hg ²⁺ , Pb ²⁺ Pt ²⁺ , Zn ²⁺	Fe ²⁺ , Fe ³⁺ Co ³⁺ , Cr ³⁺ Al ³⁺ , Mg ²⁺ Pt ⁴⁺	Ca ²⁺ Sr ²⁺ Ba ²⁺

Shunday qilib, kompleks hosil qiluvchi ion va ligandlarning zaryadi, markaziy atomning koordinatsion soni va tashqi sferali ion zaryadini bilgan holda, kompleks birikmaning tuzilishini ko'rsatish mumkin:



Kompleks birikmalarning tasniflanishi

I. Kompleks birikmalar ular hosil qilgan ligandlar tabiatiga ko'ra tasniflanadi:

1. *Molekular monodentant* ligandlar saqlagan komplekslar. Bunday turdagi kompleks birikmalarga quyidagilar kiradi:

a) *gidratlar* – ligand vazifasini faqat suv molekullari bajaradi (akva komplekslar).

Masalan: $[Cu(H_2O)_4]Cl_2$, $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$;

b) *ammiakatlar* – ligand vazifasini faqat ammiak molekulasi bajaradi. Masalan: $[Ag(NH_3)_2]Cl$, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$;

d) *metallarning karbonillari* – ligand vazifasini uglerod monooksid bajaradi: $[Fe(CO)_5]$, $[V(CO)_6]$.

2. Ligand vazifasini ionlar yoki kislota qoldiqlari (anionlar) bajaruvchi *atsidokomplekslar*:

a) *gidroksokomplekslar* – ligand vazifasini gidroksil guruh bajaradi. Masalan: $K_3[Al(OH)_6]$, $Na_2[Zn(OH)_4]$;

b) *atsidokomplekslar* – ligand vazifasini kislota qoldiqlari bajaradi. Masalan: $K_4[Fe(CN)_6]$, $K_3[Fe(CN)_6]$.

Kompleks birikmalar kislota qoldig'i tabiatiga ko'ra ham tasniflanadi:

Ftorokomplekslar – $K_2[BeF_4]$, $Na_3[AlF_6]$;

Sianokomplekslar – $K_3[Fe(CN)_6]$.

d) *aralash komplekslar* – bir nechta har xil ligandlar tutgan kompleks birikmalar. Masalan: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$.

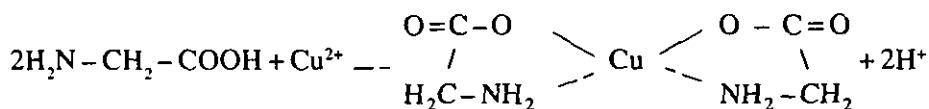
II. Kompleks birikmalar *kompleks ionning zaryadiga* ko'ra ham tasniflanadi.

Agar kompleks ion zaryadi musbat bo'lsa, *kation kompleks*: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$;

agar kompleks ion zaryadi manfiy bo'lsa, *anion kompleks*: $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;

agar kompleks ion zaryadsiz bo'lsa, *neytral kompleks*: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ hisoblanadi.

III. Polidentant ligandlardan hosil bo'lgan *halqali kompleks birikmalar (xelat komplekslar)*. Masalan, aminosirka kislotaning $\text{Cu}(\text{II})$ bilan hosil qilgan kompleks birikmasi:



Odatda, markaziy atom bilan ligandlar orasida kimyoviy bog' donor-akseptor mexanizmida amalga oshadi. Bunday birikmalarda ligandlar bo'linmagan elektron juftini saqlagani sababli, elektron juft *donori*, markaziy atom esa bu elektronlarning joylashishi uchun bo'sh orbitalga ega bo'lgani sababli, elektron juft *akseptori* vazifasini bajaradi.

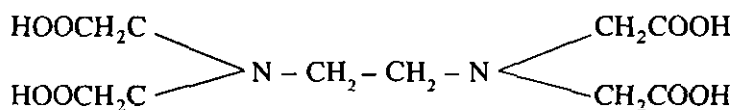
Ligandlar markaziy atom bilan bir nechta bog' orqali bog'lanishi mumkin. Ligandlarning markaziy atom atrofida egallay oladigan koordinatsion nuqtalari soni uning *dentantligi* yoki *koordinatsion sig'imi* deyiladi.

Ligandlar dentantligiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1. *Bir dentantli* ligandlar, markaziy atom atrofida bitta koordinatsion nuqtani egallaydi yoki markaziy ion bilan ligand bitta bog' bilan bog'langan bo'ladi. Bularga bir zaryadli kislota qoldiqlari (Cl^- , I^- , F^- , NO_3^- , NO_2^-), neytral molekular (H_2O , NH_3) hamda gidroksid ion OH^- misol bo'ladi.

2. *Ikki dentantli* ligandlar markaziy atom atrofida ikkita koordinatsion nuqtani egallaydi yoki markaziy atom bilan ligand ikkita bog' bilan bog'langan. 2 dentantli ligandlarga SO_4^{2-} hamda $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ionlari, etilendiamin molekulasini va boshqalar misol bo'ladi.

3. *Uch va ko'p dentantli* ligandlar markaziy atom atrofida uchta va undan ko'p koordinatsion nuqtalarni egallaydi yoki markaziy atom bilan ligandlar uchta va undan ortiq bog' bilan bog'langan. 3 dentantli ligandlarga dietilenuchamin – $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, 4 dentantli ligandlarga etilendiamindiatsetat – $\text{HOOCCH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{COOH}$ va ko'p dentantli ligandlarga



misol bo'la oladi.

2, 3 va ko'p dentantli ligandlar halqali xelat kompleks birikmalarni hosil qiladi. Bunday birikmalar metallxelatlar, jarayon esa xelatlanish jarayoni deyiladi.

Kompleks birikmalar tarkibida metall xelatlarining mavjudligi kompleks birikmalar barqarorligini oshiradi. Buni L.A. Chugayevning halqalar qoidasi quyidagicha ta'riflaydi: metallxelat hosil qilishda ishtirok etadigan atomlar soni 5 yoki 6 ga teng bo'lganda, eng katta barqarorlikka ega bo'lgan komplekslar hosil bo'ladi.

Ichki kompleks birikmalar

Ichki kompleks birikmalar – tarkibida metallga almashadigan vodoroddan tashqari, taqsimlanmagan elektron jufti saqlagan funksional guruhlar saqlovchi organik birikmalardir. Bunday organik birikmalar metall ionlari bilan reaksiyaga kirishishi natijasida ichki kompleks birikmalar hosil qiladi, ular valentli bog'dan tashqari koordinatsion (donor-akseptor) bog' ham hosil qiladi.

Ichki kompleks birikmalarning molekullari siklik (halqasimon) tuzilishga ega. Ularda, odatda, 5 va 6 a'zoli mustahkam halqa bo'ladi. Suvda yaxshi va oz eriydi, ko'pincha, yorqin rangga ega bo'lib, kam ionlanadi.

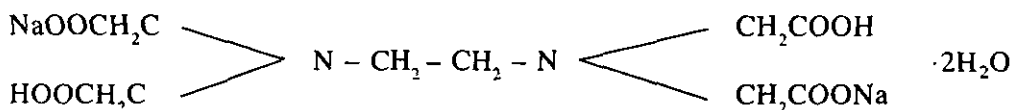
Ichki kompleks birikmalar alohida ahamiyat kasb etadi, chunki ko'pchilik metalloproteidlarning oqsil qismi metall ionlari bilan shu mexanizm bo'yicha bog'langan.

Ichki kompleks birikmalar tarkibidagi ligandlar polidentant tabiatga ega bo'lib, tarkibida ikki va undan ortiq funksional guruh saqlaydi:

1. Almashinish reaksiyasi hisobiga qutbli kovalent bog' hosil qiladigan $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NH}$, $-\text{OH}$, $-\text{HS}$ va boshqalar.

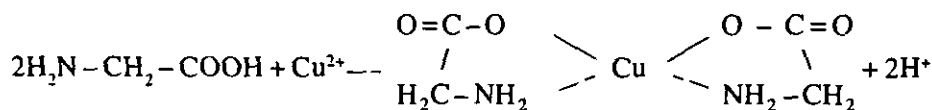
2. Elektron juftlar donori – N , $>\text{NH}$, $>\text{CO}$, $-\text{S}$ va boshqalar.

Ichki kompleks birikmalar tarkibidagi ligandlar *kompleksonlar* deb ataladi. Odatda, metall ionlari va kompleksionlarning nisbati 1:1 bo'ladi. Kompleksonlar jumlasiga aminopolikarbon kislotalar va ularning hosilalari, aminosirka kislota (glitsin), etilendiamintetrasirka kislota va uning ikki natriyli tuzi (komplekson III):



va boshqalar kiradi.

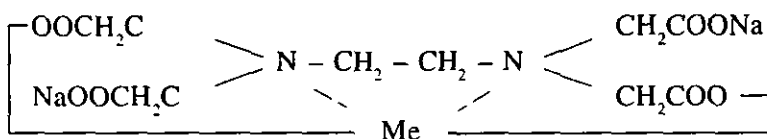
Ichki kompleks birikma hosil bo'lishini aminosirka kislota bilan mis ionlari orasidagi ta'sirlashuv reaksiyasida ko'rib chiqish mumkin:



Hosil bo'lgan birikmada Cu^{2+} aminosirka kislota ikkita kislota qoldig'i bilan to'rtta bog' orqali bog'langan: ikkitasi ion bog' karboksil guruhidagi ikkita vodorod ionining

mis(II)ga almashinishidan hosil bo'lgan; ikkitasi esa aminoguruhning bo'linmagan elektron jufti bilan misning bo'sh orbitali hisobiga donor akseptor ta'sirlashuv hisobiga hosil bo'lgan. Birinchi ikkita bog' to'g'ri chiziqli bilan, ikkitasi esa punktir chiziqli bilan ko'rsatilgan.

Kompleksonlardan etilendiamintetrasirka kislota (EDTA) va uning ikki natriyli tuzi komplekson III yoki trilon B deb nomlangan EDTA ning ikki natriyli tuzi katta ahamiyatga ega. Komplekson III metall (II) ionlari bilan quyidagi tuzilishga ega bo'lgan barqaror ichki kompleks birikma hosil qiladi:



Ichki kompleks birikmalarda metall ionlari ligand bilan 2 ta har xil bog' orqali bog'langani sababli, kompleks birikma eritma holiga o'tganda o'zining avvalgi xossalari saqlab qolmaydi.

Komplekson III ning turli xil metallar bilan hosil qilgan ichki kompleks birikmalari ko'pincha yorqin rangli bo'lib, ular analitik kimyoda kationlarni aniqlashda reagent vazifasini bajaradi. Komplekson III miqdoriy analizda metall ionlarini kompleksometrik usulda aniqlashda keng qo'llaniladi. Bu usul 1945- yili G.Shvarsenbax tomonidan topilgan.

Ichki kompleks birikmalar organizmning hayotiy faoliyatida katta ahamiyat kasb etadi, chunki kislorodni o'pkadan to'qimalarga tashish vazifasini bajaruvchi gemoglobin murakkab molekulasi ($M_r \approx 67000$) o'zining tarkibida prostetik (nooqsil) guruhlar yoki gemlar saqlaydi va bu birikmalar ichki kompleks birikmalar hisoblanadi.

O'simlik hayotida katta ahamiyat kasb etuvchi xlorofillar ichki kompleks birikmalar jumlasiga kirib, ularda kompleks hosil qiluvchi ion vazifasini magniy ioni bajaradi.

Ko'pchilik fermentlar molekulalari ham ichki kompleks birikmalar turkumiga kirib, ularda kompleks hosil qiluvchi atom vazifasini temir, rux, kobalt, mis, marganes, magniy va boshqalar bajaradi.

Kompleks birikmalarning nomlanishi

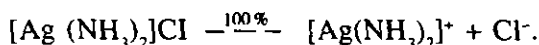
Kompleks birikmalar quyidagicha nomlanadi:

1. Agar kompleks birikma elektroneytral bo'lsa, avval ligandlar soni va nomi, so'ngra markaziy atomning nomi o'qiladi va qavs ichida uning oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Masalan, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ – dixlordiamin platina (II).
2. Kation kompleks birikmalarni nomlashda avval ligandlar soni va nomi, so'ngra kompleks hosil qiluvchi atomning nomi o'qiladi va qavs ichida uning oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Masalan, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ – tetraaminmis (II) sulfat.
3. Anion kompleks birikmalarni nomlashda avval tashqi sfera kationi o'qilib, so'ngra ligandlar soni va nomi o'qiladi. Oxirida kompleks hosil qiluvchining lotincha nomiga -at

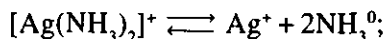
qo'shimchasi qo'shib o'qilib, qavs ichida oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Masalan, $K_3[Fe(CN)_6]$ kaliy gekksasianoferrat (III).

Kompleks birikma eritmalaridagi muvozanat

Suvli eritmalarda kompleks birikmalar dissotsiatsiyalanadi. Birlamchi dissotsiatsiya kuchli elektrolitlar dissotsiatsiyasi ko'rinishida boradi:



Ichki koordinatsion sferaning dissotsiatsiyasi kompleks zarracha, markaziy ion va ligandlar orasidagi muvozanat bilan tavsiflanadi, u (muvozanat) massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi va kompleks ionning beqarorlik konstantasi deb nom olgan muvozanat konstantasi bilan tavsiflanadi:



$$K_{\text{beqarorlik}} = \frac{c(Ag^+) \cdot c^2(NH_3^0)}{c([Ag(NH_3)_2]^+)} = 6,8 \cdot 10^{-8}.$$

$K_{\text{beqarorlik}}$ kompleks ionning barqarorlik o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Kompleks ion qancha barqaror bo'lsa, beqarorlik konstantasi qiymati shunchalik kichik bo'ladi. Komplekslarning barqarorligini baholash uchun ko'pincha $K_{\text{beqarorlik}}$ ga teskari qiymatga ega bo'lgan barqarorlik konstantasi B dan foydalaniladi.

$$B = \frac{1}{K_{\text{beqarorlik}}}.$$

Uning logarifmi butun sonni ifodalaydi va bir qator birikmalarning barqarorligini solishtirish uchun juda qulaydir:

$$\lg B_{([Ag(NH_3)_2]Cl)} = \frac{1}{6,8 \cdot 10^{-8}} = 7,23.$$

$K_{\text{beqarorlik}}$, B , $\lg B$ qiymatlari ma'lumotnoma (spravochnik)larda keltiriladi. $K_{\text{beqarorlik}}$ qiymatidan foydalangan holda, kompleks birikmalarning hosil bo'lishi va parchalanishi bilan boradigan reaksiyalar yo'nalishini avvaldan aytib berish mumkin:

1. Kompleks hosil bo'lishida reaksiya doimo eng kam $K_{\text{beqarorlik}}$ qiymatga ega bo'lgan birikma hosil bo'lish tomonga, ya'ni eng barqaror kompleks birikma hosil bo'lish tomonga yo'naladi.

Masalan:

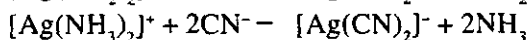
$$K_{\text{beqarorlik}}[Ag(NO_2)_2]^- = 1,5 \cdot 10^{-3};$$

$$K_{\text{beqarorlik}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,8 \cdot 10^{-8};$$

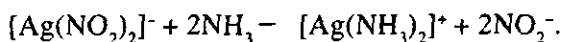
$$K_{\text{beqarorlik}}[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = 1 \cdot 10^{-21}.$$

Koordinatsion soni 6 anion kompleks

$[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ kompleks ionning $K_{\text{beqarorlik}}$ qiymati eng kichik bo'lgani uchun birinchi va ikkinchi komplekslar KCN bilan reaksiyaga kirishib, sianid birikmalarni hosil qiladi:



yoki quyidagi reaksiya sodir bo'lishi mumkin:

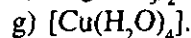
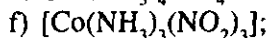
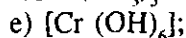
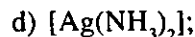


$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ammiak bilan reaksiyaga kirishmaydi, chunki $K_{\text{beqarorlik}}[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ qiymati

$K_{\text{beqarorlik}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ qiymatidan kichik.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Quyida berilgan kompleks ionlarning zaryadi va ularning ichidagi kation, anion va neytral komplekslarni ko'rsating.

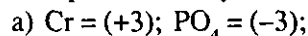


Yechish:

Kobalt ionining zaryadi +3 ga, ammiak molekulasining zaryadi 0 ga, xlor ioniniki -1 ga teng. Ichki sferaga kiruvchi ion zaryadining algebraik yig'indisini aniqlaymiz:

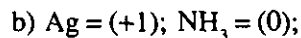
$$(+3) + (0) \cdot 5 + (-1) = +2.$$

Kompleks ion zaryadi +2 ga teng, demak, u kation kompleks: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{+2}$;



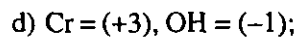
$$(+3) + (0) \cdot 4 + (-3) = 0$$

neytral - $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{PO}_4]$;



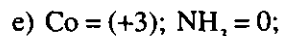
$$(+1) + (0) \cdot 2 = +1$$

kation - $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$;



$$(+3) + (-1) \cdot 6 = -3$$

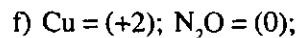
anion - $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$;



$$(+3) + (0) \cdot 3 + (-1) \cdot 3 = 0$$

$\text{NO}_2 = (-1)$;

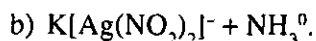
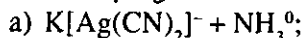
neytral - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$;



$$(+2) + (0) \cdot 4 = +2$$

kation - $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$.

2- masala. Qaysi holatda ko'rsatilgan modda eritmalari orasida o'zaro ta'sir vujudga kelishini aniqlang:

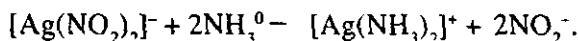


Reaksiya tenglamasini yozing.

Yechish:

a) $[Ag(NH_3)_2]^+$ ionining beqarorlik konstantasi $9,3 \cdot 10^{-8}$; $[Ag(CN)_2]^-$ ionniki esa $1,1 \cdot 10^{-21}$ ga teng. Shunday qilib, $[Ag(CN)_2]^-$ kompleksi barqarorroq. Shuning uchun u NH_3 bilan reaksiyaga kirishmaydi.

b) $[Ag(NH_3)_2]^+$ ionining beqarorlik konstantasi $9,3 \cdot 10^{-8}$; $[Ag(NO_2)_2]^-$ ionniki esa $1,8 \cdot 10^{-3}$ ga teng. Bu holda $[Ag(NH_3)_2]^+$ kompleks barqarorroq. Ular orasida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Vaziyatli masalalar

1. Kumush nitrat $PtCl_4 \cdot 6NH_3$ eritmasidagi hamma xlor ionlarini kumush xlorid ko'rinishida to'liq cho'ktiradi, $PtCl_4 \cdot 3NH_3$ tuzi eritmasi tarkibiga kirgan xlorning esa faqat bir qisminigina cho'ktiradi. Shu tuzlarning koordinatsion formulalarini yozing, ularning har biridagi platinaning koordinatsion sonini aniqlang.

Javob: kumush nitrat $PtCl_4 \cdot 6NH_3$ birikmasi eritmasidagi hamma xlor ionlarini cho'ktiradi, demak, to'rtala xlor ioni ham tashqi sferada joylashgan.

Bu kompleks birikmaning formulasi quyidagicha: $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$.

$PtCl_4 \cdot 3NH_3$ tuzi eritmasida uning tarkibiga kirgan xlorning 1/4 qismi cho'kadi. Demak, bitta xlor ioni tashqi doirada, qolgan uchasi esa ichki doirada joylashgan. Birikma quyidagi formulaga mos keladi: $[Pt(NH_3)_3Cl_3]Cl$.

Platinaning koordinatsion soni ikkala birikmada ham 6 ga teng.

2. $[Cu(NH_3)_2(OH)_2]$ kompleks birikmasida:

a) markaziy atom;

b) markaziy atomning oksidlanish darajasi;

d) ligandlar;

e) kompleks ion zaryadini ko'rsating.

Javob: Cu; +2; NH_3 ; OH; 0.

Test savollari

1. $[Ag(NO_2)_2]^-$ kompleks ionining zaryadini ko'rsating:

a) +1;

b) -1;

d) +2;

e) -2.

2. Neytral kompleksni ko'rsating:

a) $[HgI_4]$;

b) $[Ag(NH_3)_2]$;

d) $[Al(NH_3)_3Cl_3]$;

e) $[Ag(NO_2)_2]$.

3. $\text{Na}_2(\text{Sn}(\text{OH})_6)$ kompleks birikmasini nomlang:

- a) natriy geksagidroksostannat (IV);
- b) natriy geksagidroksostannat (VI);
- d) natriy tetragidroksostannat (II);
- e) natriy geksagidroksostannit (VI).

4. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6] \text{Cl}_3$ kompleks ionining zaryadini ko'rsating:

- a) +2; b) +3; d) -2; e) 0.

5. Ligandlar – bu... .

- a) elektron juftining donori; d) kislotalar;
- b) elektron juftining akseptori; e) amfolitlar.

6. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ kompleks birikmasida markaziy atomning koordinatsion sonini ko'rsating:

- a) 2; b) 4; d) 6; e) 5.

7. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ kompleks birikmasida markaziy atomning zaryadi va koordinatsion sonini ko'rsating:

- a) +2; 4; b) +2; 6; d) +4; 4; e) +6; 6.

8. Quyidagi kompleks birikmalarning turini ko'rsating: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6] \text{Cl}_3$; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{Cl}$.

- a) atsidokompleks, ammiakat, akvokompleks;
- b) akvokompleks, atsidokompleks, ammiakat;
- d) ammiakat, atsidokompleks, akvokompleks;
- e) atsidokompleks, akvokompleks, ammiakat.

9. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ kompleks birikmasining markaziy atomi, oksidlanish darajasi, ligandlar va markaziy atomining koordinatsion sonini ko'rsating:

- a) Pt; +3; Cl^- ; NH_3 ; 6; d) Pt; +2; Cl^- ; NH_3 ; 4;
- b) Cl; +4; K^+ ; 2; e) Cl; +2; K^+ ; 6.

10. Kompleks birikmalarda kompleks ion bilan tashqi sferali ion orasidagi bog' turini ko'rsating:

- a) ion; b) donor-akseptor; d) qutbli kovalent; e) qutbsiz kovalent.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Kompleks ion hosil bo'lishi

FeCl_3 tuzlari eritmasiga tomchilab NaOH eritmasidan qo'shing. Hosil bo'lgan gidroksid cho'kmani NH_4OH reaktivning mo'l miqdorida eriting. Kationlarga xos kompleks birikmalar – ammiakatlar hosil bo'ladi. Komplekslarning hosil bo'lgan eritmalariga ishqor eritmasidan soling. Metall gidroksidlari cho'kmaga tushadimi? Ammiakat hosil bo'lish reaksiya tenglamalarini yozing.

2- tajriba. Kompleks anion hosil bo'lishi

A. Probirkaga 5 tomchi $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasini soling. 2 tomchi KI eritmasini qo'shing. Cho'kma hosil bo'lishini kuzating. Cho'kmaga erib ketgunga qadar asta-sekin KI tomizing. Reaksiya tenglamasini yozing.

B. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ va $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ tuzlari eritmasiga NaOH eritmasidan soling. Hosil bo'lgan gidroksid cho'kmalarini reaktivning mo'l miqdorida eriting. Gidroksokomplekslar hosil bo'lish reaksiyasi tenglamalarini yozing.

3- tajriba. Kompleks hosil bo'lish reaksiyasi muvozanatini siljitish

A. Probirkaga 5 tomchi AgNO_3 va 3 tomchi NaCl eritmasidan soling. Reaksiya tenglamasini yozing.

B. Hosil bo'lgan AgCl cho'kmasiga 10 tomchi NH_4OH eritmasidan tomizing. Erish reaksiyasi tenglamasini yozing;

D. Hosil bo'lgan eritmaga 10 tomchi HNO_3 eritmasidan qo'shing. AgCl cho'kmasi hosil bo'lish reaksiyasi tenglamasini yozing.

4- tajriba. Kompleks birikmalarning barqarorligi

FeCl_3 tuzi eritmasiga NH_4CNS eritmasidan qo'shing. Hosil bo'lgan eritma rangini belgilang. NaF eritmasidan qo'shing. Borayotgan hodisalarni tushuntiring.

5- tajriba. Kompleks birikmalar eritmasidagi almashinish reaksiyalari

FeCl_3 tuzi eritmasiga $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan, FeCl_2 tuzi eritmasiga $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ dan qo'shing. Hosil bo'lgan cho'kmalar rangini belgilang, ularning hosil bo'lish reaksiya tenglamalarini yozing. Alohida probirkada bir necha tomchidan $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ va $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmalarini solib aralashtiring. Nima uchun bu holda cho'kma hosil bo'lmaydi?

2.4. Kompleksonometrik titrlash usuli

Mashg'ulotning maqsadi. Kompleks birikmalar hosil bo'lishi qonuniyatlarini bilgan holda, biologik suyuqliklardagi metall ionlari miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kompleksonometriya usuli tibbiy-biologik tadqiqotlarda, sanitariya-gigiyenik va dorivor moddalar analizida keng qo'llaniladi. 80 dan ortiq elementni miqdoriy analiz qilish usullari ma'lum. Kompleksonometriya usuli bilan biologik suyuqliklardagi kalsiy, magniy, mis, temir va boshqa kationlarning miqdori aniqlanadi. Sanitariya-gigiyenik analizda kompleksometriya usuli bilan suvning umumiy qattiqligi aniqlanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishi.
2. Kompleks birikmalarning barqarorligi:
 - 2.1. Kompleks birikmalarning beqarorlik konstantasi.
3. Kompleks birikmalar hosil bo'lish reaksiyalari yo'nalishi.
4. Suvning qattiqligi.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Kompleksonometrik titrlash usulining nazariy asoslari.
2. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari.
3. Laboratoriya ishining nazariy asoslari:
 - 3.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 3.2. Indikatorning ta'sir mexanizmi.
 - 3.3. Laboratoriya ishining bajarilishi.
 - 3.4. Hisoblash formulalari.
 - 3.5. Analiz natijalaridan xulosa chiqarish.
4. Kompleksonometrik titrlash usulining tibbiyotdagi ahamiyati.
5. Xelatoterapiya asoslari.
6. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

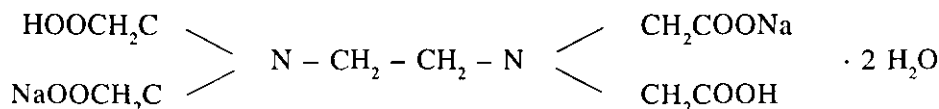
Kompleksonometrik titrlash usuli

Kompleksonometrik titrlash usuli tibbiy-biologik tadqiqotlarda, klinik, sanitariya-gigiyenik analizlar olib borishda, farmatsevtika va dorivor preparatlar analizida keng qo'llaniladi. 80 dan ortiq elementni aniqlash usuli ishlab chiqilgan.

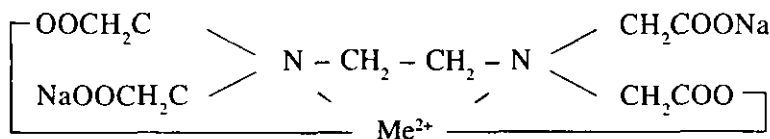
Bu usul bilan biologik suyuqliklar, a'zodagi kalsiy, magniy va boshqa kationlarni aniqlash mumkin. Sanitariya-gigiyena analizlarida bu usul suvning qattiqligini aniqlash

uchun ishlatiladi. Kompleks hosil qilish reaksiyalari tibbiyotda og'ir metallar bilan zaharlanishda ularni ligand sifatida ishlatiladigan kompleksonlar bilan eruvchan kompleks birikmalar hosil qilib, organizmdan chiqarib yuborishda qo'llaniladi.

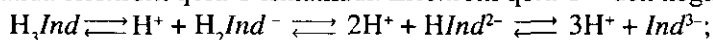
Kompleksonometrik titrlash usuli asosida komplekson III ning metall ionlari bilan barqaror ichki kompleks birikma hosil qilish reaksiyasi yotadi. Komplekson III – EDTA (etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi):



Ichki kompleks birikmalar – komplekson III molekulasidagi karboksil guruh vodorodi o'rni metall ionlari egallashidan va azot atomlari vositasida koordinatsion bog' hosil qilishidan paydo bo'lgan birikmalardir. Odatda, ichki kompleks birikmalarda metall : ligand nisbati 1 : 1 boladi.



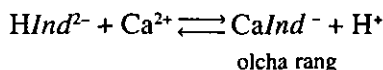
Komplekson III ko'pchilik metall kationlari bilan suvda eruvchan barqaror ichki kompleks birikmalar (tuzlar) hosil qiladi, bu esa undan metallar miqdorini aniqlash uchun foydalanish imkonini beradi. Bu usulda ekvivalentlik nuqtasi metall indikatorlar yordamida aniqlanadi. Ular organik bo'yoqlar bo'lib, metall kationlari bilan boshqa rangli kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalarning barqarorligi shu kationlarning komplekson III bilan hosil qilgan birikmasinikidan kam. Masalan, kalsiy va magniy ionlarini aniqlashda indikator sifatida erioxrom qora T ishlatiladi. Erioxrom qora T – uch negizli kuchsiz organik kislota:



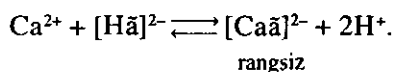
$\text{pH} < 3$ – qizil; $\text{pH} 7 - 11$ – ko'k; $\text{pH} > 12$ – sariq qovoq rang.

$\text{pH} < 10$ da Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarning indikator bilan hosil qilgan kompleksi olcha rangli bo'ladi. Ca^{2+} va Mg^{2+} tuzlarining komplekson III va erioxrom qora T ishtirokida titrlashda quyidagi reaksiyalar boradi:

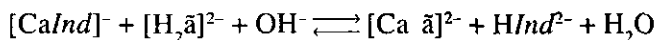
1. $\text{pH} = 10$ da erioxrom qora T Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan olcha rangli komplekslar hosil qiladi (beqaror):



2. Kalsiy va magniy tuzlarini titrlashda metallarning indikator bilan bog'lanmaganlari komplekson III bilan barqaror rangsiz komplekslar hosil qiladi:



3. Kalsiy va magniyning eritmadagi erkin ionlari kompleks III bilan barqaror kompleks hosil qilib bo'lgandan so'ng, kompleks III u kationlarni beqaror $[CaInd]^-$, $[Mgind]^-$ komplekslardan juda barqaror $[Ca\tilde{a}]^{2-}$, $[Mg\tilde{a}]^{2-}$ komplekslarga bog'laydi:



olcha rang

rangsiz

ko'k

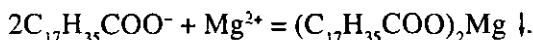
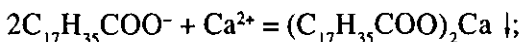
Ekivalent nuqtada eritma rangi olcha rangdan ko'k-yashil rangga o'zgaradi.

Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari

Tabiatda toza suv uchramaydi, uning tarkibida doimo turli xil qo'shilmalar bo'ladi. Suv yer qobig'idagi tuzlar bilan o'zaro ta'sirlashuvi natijasida muayyan qattiqlikka ega bo'ladi.

Suvning qattiqligi undagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan bog'liq holdagi xossalar yig'indisidir. Agar suvda bu ionlarning konsentratsiyasi katta bo'lsa, *qattiq suv*, kam bo'lsa, *yumshoq suv* deyiladi.

Xuddi ana shu ionlar tabiiy suvlarga o'ziga xos xususiyat baxsh etadi. Kir yuvishda qattiq suv yuvilayotgan kiyimlarning sifatini pasaytirishi bilan birga sovunning ko'p sarflanishi kuzatiladi.



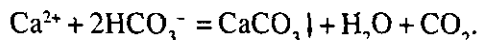
Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari to'liq cho'kkanidan keyin ko'pik hosil bo'ladi. Ba'zi sintetik yuvish vositalari qattiq suvda ham yaxshi yuvadi, chunki bu moddalardagi kalsiy va magniyli tuzlar suvda yaxshi eriydi.

Qattiq suvda tayyorlangan oziq-ovqat mahsulotlari qiyin hazm bo'ladi, bunday suvda pishirilgan sabzavot bemaza bo'ladi. Qattiq suvda choy damlansa, uning sifati va ta'mi buziladi. Suv tarkibida Mg^{2+} ionlarining miqdori ko'p bo'lganda, suv taxir bo'ladi (dengiz yoki okean suvidek) va kishi organizmiga surgi sifatida ta'sir etadi.

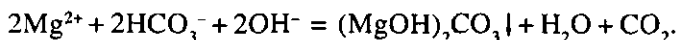
Qattiq suvni bug' qozonlarida ishlatib bo'lmaydi: suv qaynatilganda uning tarkibidagi erigan tuzlar qozon devorlarida quyqa qatlamini hosil qiladi, bu qatlam issiqlikni yomon o'tkazadi. Natijada, yoqilg'i ko'p sarflanadi, qozonlar muddatidan oldin ishdan chiqadi, ba'zan esa qozonlarning o'ta qizib ketishi natijasida avariya yuz berishi mumkin. Choynaklardagi quyqa ham shu tarzda hosil bo'ladi. Nihoyat, suvning qattiqligi metall konstruksiyalar, quvurlar va sovutiladigan mashinalarning g'ilofi uchun ham zararlidir.

Ca^{2+} ionlari kalsiyli qattiqlikni, Mg^{2+} ionlari esa magniyli qattiqlikni keltirib chiqaradi. Umumiy qattiqlik kalsiy va magniyli qattiqliklarning yig'indisiga, ya'ni suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining konsentratsiyalari yig'indisiga teng bo'ladi.

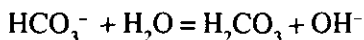
Suvni yumshatish jarayonlari nuqtayi nazaridan qattqlik karbonatli va karbonatsiz qattqlikka bo'linadi. Suv tarkibidagi HCO_3^- gidrokarbonat ionlariga ekvivalent bo'lgan Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari karbonatli qattqlikni keltirib chiqaradi. Boshqacha aytganda, karbonatli qattqlik suvda kalsiy va magniy gidrokarbonatlarning mavjudligi tufayli yuzaga keladi. Suv qaynatilganda gidrokarbonatlar parchalanadi, bunda hosil bo'ladigan kam eruvchan karbonatlar cho'kmaga tushadi va suvning umumiy qattqligi karbonatli qattqlik miqdori qadar kamayadi. Shuning uchun karbonatli qattqlik muvaqqat qattqlik deyiladi. Suv qaynatilganda Ca^{2+} ionlari karbonat holida cho'kadi:



Mg^{2+} ionlari esa gidroksikarbonat yoki magniy gidroksid ($\text{pH} > 10,3$ bo'lganda) holida cho'kadi:



HCO_3^- ionlarining suv bilan o'zaro ta'siri natijasida OH^- ionlari hosil bo'ladi:



va qizdirilganda muvozanat o'ngga siljiydi.

Suv qaynatilgandan keyin ham saqlanib qoladigan qattqlik karbonatsiz qattqlik deyiladi. U kuchli kislotalarning kalsiy va magniyli tuzlari, asosan, sulfat va xloridlarning suvdagi miqdori bilan aniqlanadi. Suv qaynatilganda bu tuzlar yo'qolmaydi, shu sababli karbonatsiz qattqlikni doimiy qattqlik ham deyiladi.

Suv qattqligining miqdoriy tavsifi. Suvning qattqligi turlicha ifodalanadi. U 1 l suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining milligramm ekvivalentlari soni bilan ifodalanadi. 1 mg ekv. Ca^{2+} ionlarining massasi 20,04 mg, 1 mg ekv. Mg^{2+} ionlariniki esa 12,6 mg bo'lgani sababli, yuqorida berilgan ta'rifga muvofiq, suvning umumiy qattqligi Q ni quyidagi formula bilan hisoblab topish mumkin:

$$Q = \frac{c(\text{Ca}^{2+})}{20,04} + \frac{c(\text{Mg}^{2+})}{12,16};$$

bunda, $c(\text{Ca}^{2+})$ va $c(\text{Mg}^{2+})$ – kalsiy va magniy ionlarining konsentratsiyasi, mg/l. Juda yumshatilgan yoki distillangan suvning qattqligi 1 kg suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining mikrogramm-ekvivalentlari bilan ifodalanadi (1mgk-ekv/kg=0,001 mg-ekv/l).

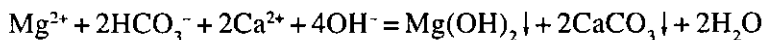
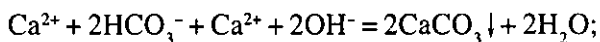
Qattqlik darajasiga ko'ra tabiiy suv juda yumshoq (qattqligi 1,5 mg ekv/l gacha), yumshoq (1,5 dan 4 mg-ekv/l gacha), o'rtacha qattiq (4 dan 8 mg-ekv/l gacha), qattiq (8 dan 12- mg-ekv/l gacha), juda qattiq (12 mg-ekv/l dan yuqori) bo'lgan suvlarga bo'linadi.

Dengiz va okean suvlarining qattqligi ayniqsa katta bo'ladi. Masalan, Qora dengiz suvining kalsiyli qattqligi 12 mg-ekv/l, magniyli qattqligi 53,5 mg-ekv/l va umumiy qattqligi 65,5 mg-ekv/l ga, Kaspiy dengizi suvining kalsiyli qattqligi 36,4 mg-ekv/l, magniyli qattqligi

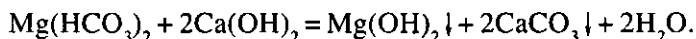
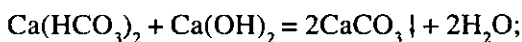
30 mg ekv/l va umumiy qattiqligi 66,4 mg-ekv/l ga teng. Okeanda o'rtacha kalsiyli qattiqlik 22,5 mg-ekv/l, magniyli – 108 mg-ekv/l va umumiy qattiqlik 130,5 mg-ekv/l ga teng.

Xo'jalikda foydalaniladigan vodoprovod suvining qattiqligi 7 mg-ekv/l dan ortmasligi kerak.

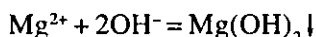
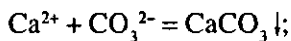
Qattiq suv, ko'pincha, ishlatish oldidan yumshatiladi. Odatda, buning uchun suvga turli kimyoviy moddalar bilan ishlov beriladi. Masalan, karbonatli qattiqlikni suvga so'ndirilgan ohak qo'shish yo'li bilan yo'qotish mumkin:



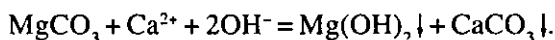
yoki molekular shaklida:



Ohak bilan sodani bir vaqtda qo'shish orqali karbonatli va karbonatsiz qattiqlikni yo'qotish mumkin (ohak-sodali usul). Bunda karbonatli qattiqlik ohak ta'sirida (yuqorida keltirilgan tenglamaga qarang), karbonatsiz qattiqlik esa soda ta'sirida yo'qoladi:



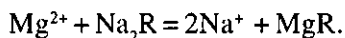
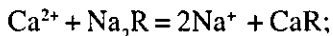
va so'ngra:



Suvning qattiqligini yo'qotish uchun boshqa usullardan ham foydalaniladi. Hozirgi paytda foydalaniladigan eng yangi usullardan biri *kationitlardan* (kationli usul) foydalanishga asoslangan. Kationitlar ion almashtiruvchi sintetik smola va alumosilikatlar (masalan, $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$)dir.

Ularning tarkibini Na_2R umumiy formula bilan ifodalash mumkin, bunda Na^+ – ancha harakatchan kation va R^- – manfiy zaryadga ega bo'lgan zarrachasi, masalan, keltirilgan misolda $\text{R} = [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}]^{2-}$.

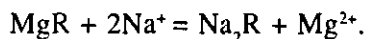
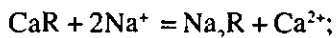
Agar qattiq suv kationit qatlami orqali o'tkazilsa, natriy ionlari kalsiy va magniy ionlariga almashinadi. Buni sxema tarzida quyidagicha yozish mumkin:



Shunday qilib, kalsiy va magniy ionlari eritmadan kationitga, natriy ionlari esa kationitdan eritmaga o'tadi. Oqibatda, suvning qattiqligi yo'qoladi.

Natriy ionlarining ko'p qismidan foydalanilgandan keyin kationit regeneratsiya qilinadi. Buning uchun u natriy xlorid eritmasida tutib turiladi. Natijada, teskari jarayon sodir bo'ladi.

Natriy ionlari kationitdagi kalsiy va magniy ionlari o'rnini oladi, bu ionlar esa eritmaga o'tadi:



Regeneratsiya qilingan kationitdan qattiq suvning yangi miqdorini yumshatish uchun foydalaniladi.

Xelatoterapiya asoslari

Biomuhitlarda metall ionlarining taqsimlanishi ularning ligandlar bilan hosil qilgan kompleksi barqarorligi va ligandlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Metall kationlarining organizmga kiritilishi metabolizm, kationlarning chiqarilishi elementoz gomeostaz jarayoni bilan boshqariladi.

Metalloligand gomeostaz sistemasining buzilishi toksik metall kationlarining ko'payishi, biogen metall kationlarining ortib yoki kamayib ketishi oqibatida yuzaga kelishi mumkin.

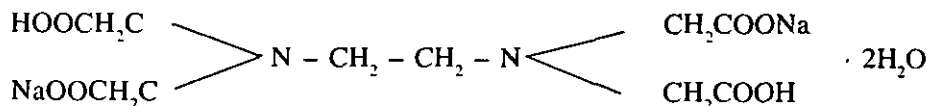
Bu jarayonlarni normal holatda ushlab turish uchun tibbiyotda maxsus yo'nalish – xelatoterapiya yuzaga kelgan. *Xelatoterapiya usuli* organizm toksik metallar bilan zaharlanganda shu metallar bilan yanada barqaror kompleks birikma hosil qiluvchi ligandlar (antidotlar) yuborib, toksik metallarni organizmdan chiqarib yuborishga asoslangan. Bunda komplekslar yordamida metall-ligand balansi hosil qilinadi.

Masalan, organizmga Cd^{2+} ionlari tushib qolsa, karboangidraza fermentlari bilan mustahkam kompleks hosil qilib, Zn^{2+} ionlarini bu ferment tarkibidan siqib chiqaradi va fermentning o'z faolligini yo'qotishiga olib keladi.

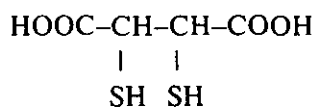
Toksik elementni organizmdan chiqarib yuborish uchun organizmga yanada barqarorroq kompleks (toksik element bilan) hosil qiluvchi ligandlar kiritiladi. Xelatoterapiyada qo'llanadigan ligandlar antidotlar (zaharga qarshi moddalar) deb ataladi. Ular o'z tarkibida bir nechta funksional guruhlar tutadi, bu guruhlar noorganogen element bilan 5 yoki 6 a'zoli halqa – barqaror kompleks (xelatlar) hosil qiladi.

Noorganogen elementlar toksik oqibatlarining klinik namoyon bo'lishi 8–12 soatgacha davom etadi. Antidotlarning himoyasi ularning o'z vaqtida – 10–12 soat oralig'ida kiritilishiga bog'liq.

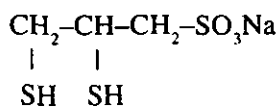
Tibbiyotda unitiol, dimerkaprol (BAL), dimerkaptoqahrabo kislota, penitsilamin, auringrikarbon kislota, etilendiamin tetrasirka kislota (EDTA) etilendiamin tetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi, pentatsit va boshqalar qo'llaniladi:



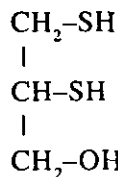
Etilendiamintetra sirka kislotaning ikki natriyli tuzi (EDTA)



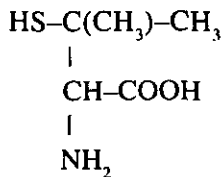
Dimerkaptoqahrabo kislota



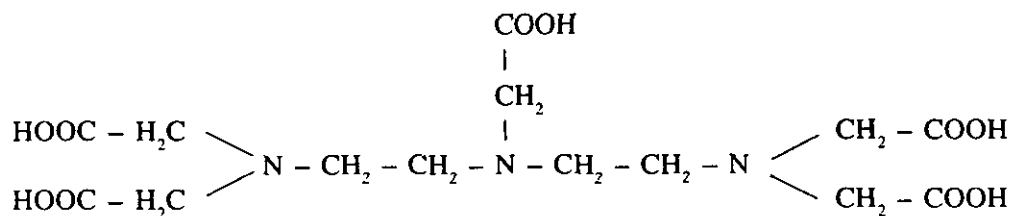
Unitiol



Dimerkaprol (BAL)



Penitsilamin



Pentatsit

Ba'zi holatlarda og'ir metallarni organizmdan chiqarib yuborish uchun makrosiklik ligandlar, masalan, kriptandlar ishlatiladi. Bu antidotlarning afzalligi ma'lum bir metall ioniga bog'lanishi, ya'ni tanlab ta'sir etishidadir. Masalan, u Zn^{2+} va Ca^{2+} bilan kompleks hosil qilmaydi, noorganogen Cd^{2+} , As^{3+} lar bilan barqaror kompleks birikma hosil qilib, organizmdan chiqarib yuboradi.

Tibbiyotda bir nechta og'ir metallar bilan zaharlanishni davolash mos kelgan ikki va undan ortiq antidotlar bilan amalga oshiriladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. 50,00 ml vodoprovod suvini erioxrom qora T bilan titrlash uchun 4,86 ml 0,05050 mol/l li komplekson III eritmasi sarf bo'ldi. Suvning qattiqligini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{kompl.III}) = 4,86 \text{ ml};$$

$$c(\text{kompl.III}) = 0,05050 \text{ mol/l};$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 50,00 \text{ ml}.$$

$$x = ?$$

Yechish:

Suvning qattiqligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$x = \frac{c(\text{kompleks.III}) \cdot V(\text{kompleks.III})}{V(\text{H}_2\text{O})} \cdot 1000;$$

$$x = \frac{4,86 \cdot 0,05050}{50,00} \cdot 1000 \frac{\text{ml} \cdot \text{mol} \cdot \text{mg}}{\text{l} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}} = 4,9086 \text{ mg/l}.$$

Javob: $x = 4,91 \text{ mg/l}$

2- masala. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ antiseptik ta'sirga ega, uning 0,5% li eritmasi ko'z tomchisi sifatida qo'llaniladi. 20,00 ml shunday eritmani titrlash uchun sarf bo'lgan 0,0500 mol/l komplekson III eritmasining hajmini aniqlang.

Berilgan:

$\omega\% (\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,50\%;$
 $c(\text{kompl. III}) = 0,0500 \text{ mol/l};$
 $V(\text{ZnSO}_4) = 20,00 \text{ ml};$
 $M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 287,54 \text{ g/mol};$
 $\bar{n}(\text{eritma}) = 1,0 \text{ g/ml}.$

$V(\text{kompl.III}) = ?$

Yechish:

Komplekson III rux ionlari bilan Me : ligand = 1 : 1 nisbatda ichki kompleks birikma hosil qiladi.

1. Eritma $p = 1,00 \text{ g/ml}$ dan kelib chiqib, 20,00 ml eritmadagi $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ miqdori proporsiya orqali topiladi:

$$\begin{aligned} 100,00 \text{ ml} & \text{ — } 0,5 \text{ g. } \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}; \\ 20,00 \text{ ml} & \text{ — } x \text{ g. } \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}; \\ x & = 0,10 \text{ g.} \end{aligned}$$

2. Ekvivalentlar qonuniga muvofiq, 0,10 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ni titrlashga sarflangan 0,0500 mol/l komplekson III eritmasining hajmi aniqlanadi:

$$V(\text{kompl. III}) = \frac{m(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot 1000}{c(\text{kompl. III}) \cdot M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,10 \cdot 1000}{287,3 \cdot 0,0500} \frac{\text{g} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}}{\text{mol} \cdot \text{g}} = 6,96 \text{ ml}.$$

Javob: $V(\text{kompl. III}) = 6,96 \text{ ml}.$

Vaziyatli masalalar

1. Magniy sulfat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ning 20–25% li (massa jihatdan) eritmasi gipertoniya kasalligida muskul orasiga yoki qon tomiriga 10,0–20,0 ml miqdorda yuboriladi. Shu moddaning 2,00 ml 20,0% li eritmasini titrlash uchun sarf bo'ladigan 0,5235 mol/l konsentratsiyali komplekson III eritmasi hajmini hisoblang. $\bar{n}(\text{MgSO}_4) = 1,235 \text{ g/ml}$.

Javob: $V(\text{kompl. III}) = 38,28 \text{ ml}$.

2. Kalsiy xloridning $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ eritmasi tibbiyot amaliyotida turli patologik holatlarda keng ishlatiladi. Undagi kalsiy ioni kislotali xrom to'q ko'ki ishtirokida kompleksometrik usulda aniqlanadi.

Agar qon tomiri orqali yuboriladigan $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ eritmasining 5,00 ml ni titrlashga 4,50 ml 0,5028 mol/l konsentratsiyali komplekson III eritmasi sarflangan bo'lsa, shu tekshirilayotgan eritmada $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ komponentining massa ulushini (%) hisoblang.

$\bar{n}(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 1,125 \text{ g/ml}$.

Javob: $\bar{n} \%(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 8,81\%$.

Test savollari

1. Kompleksonometriya usulida ammiakli bufer aralashma qanday maqsadda qo'shiladi?

- a) kuchsiz kislotali muhit hosil qilish uchun;
- b) kislotali muhit hosil qilish uchun;
- d) ishqoriy muhit hosil qilish uchun;
- e) kuchsiz ishqoriy muhit hosil qilish uchun.

2. Qanday tuzlar suvning vaqtincha qattiqligiga sabab bo'ladi?

- a) CaCl_2 , MgCl_2 ;
- d) CaSO_4 , MgSO_4 ;
- b) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$;
- e) CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , CaCl_2 .

3. Qanday tuzlar suvning doimiy qattiqligiga sabab bo'ladi?

- a) CaCl_2 , MgCl_2 ;
- d) CaSO_4 , MgSO_4 ;
- b) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$;
- e) CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , CaCl_2 .

4. Vaqtincha qattiqlik qanday yo'qotiladi?

- a) suvni qaynatish va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ qo'shish yo'li bilan;
- b) Na_2CO_3 qo'shish bilan;
- d) Na_2CO_3 , NaOH va Na_2R qo'shish bilan;
- e) Na_2CO_3 , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va Na_2R qo'shish bilan.

5. Doimiy qattqlik qanday yo'qotiladi?

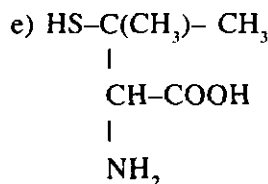
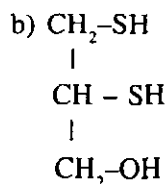
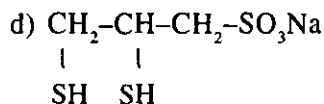
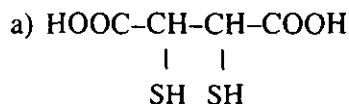
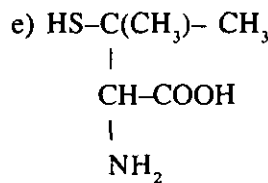
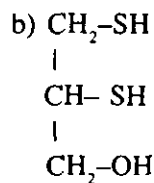
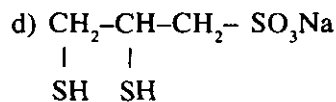
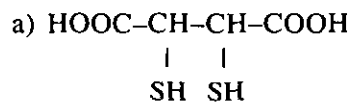
- a) suvni qaynatish va Ca(OH)_2 qo'shish yo'li bilan;
- b) Na_2CO_3 qo'shish bilan;
- d) Na_2CO_3 , NaOH va Na_2R qo'shish bilan;
- e) Na_2CO_3 , NaOH , Ca(OH)_2 va Na_2R qo'shish bilan.

6. Suvning umumiy qattqligi qanday yo'qotiladi?

- a) suvni qaynatish yo'li bilan;
- b) Na_2CO_3 qo'shish bilan;
- d) Na_2CO_3 , NaOH va Na_2R qo'shish bilan;
- e) Na_2CO_3 , NaOH , Ca(OH)_2 va Na_2R qo'shish bilan.

7. Kompleksonometriya usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?

- a) metall ionlari;
- d) asoslar;
- b) kislotalar;
- e) tuzlar.

8. Unitiol formulasini ko'rsating:**9. Antidot BAL formulasini ko'rsating**

10. Tibbiyotda og'ir metallar bilan zaharlanishni davolashda qo'llaniladigan moddalar qanday nomlanadi?

- a) kompleksonlar;
- b) antidotlar;
- d) ingibitorlar;
- e) promotorlar.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Suvning umumiy qattiqligini nazorat-analitik yo'l bilan aniqlash

Ishning borishi. Titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga byuretkadan 100,00 ml vodoprovod suvi o'lchab solinadi. Unga 5,00 ml ammiakli bufer eritmasi ($pH = 10$), shpatel uchida indikator erioxrom qora T (quruq NaCl bilan aralashma holida) qo'shiladi va komplekson III ning standart eritmasi bilan olcha rangdan ko'k rangga (yashil tusli) o'tguncha titrlanadi. Titrlash so'ngida qizil tus batamom yo'qolguncha komplekson III eritmasi tomchilab qo'shiladi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi. Tajriba natijalari jadvalga yoziladi. Yaqin kelgan natijalarning o'rtar arifmetik qiymati chiqarilib, vodoprovod suvining umumiy qattiqligi hisoblanadi:

	$V(H_2O)$, ml	$V(\text{kompl.III})$, ml	$c(\text{kompl.III})$, mol/l	Indikator
1				Erioxrom qora T
2				
3				
O'rtacha qiymati				

Suvning umumiy qattiqligi (Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining 1 l suvdagi miqdori) quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$x = \frac{c(\text{kompl.III}) \cdot V(\text{kompl.III}) \cdot 1000}{V(H_2O)}$$

2- tajriba. Dorivor preparatlardagi kalsiyning konsentratsiyasi va titrini kompleksometrik aniqlash

Ishning borishi. Titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga 20,00 ml tekshirilayotgan eritma, 5,0 ml ammiakli bufer eritma ($pH = 10$), shpatel uchida indikator erioxrom qora T (quruq NaCl bilan aralashma holida) qo'shiladi va komplekson III ning standart eritmasi bilan olcha rangdan ko'k rangga (yashil tusli) o'tguncha titrlanadi. Titrlash yana 2 marta

takrorlanadi. Yaqin keladigan natijalardan o'rtacha arifmetik qiymat chiqarilib, kalsiy tuzining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri hisoblanadi:

$$c(\text{CaCl}_2) = \frac{c(\text{kompI.III}) \cdot V(\text{kompI.III})}{V(\text{CaCl}_2)}, \frac{\text{mol}}{\text{l}};$$

$$t(\text{CaCl}_2) = \frac{c(\text{CaCl}_2) \cdot V(\text{CaCl}_2)}{1000}, \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

i	V(CaCl ₂), ml	c(kompI.III), mol/l	V(kompI.III), ml	c(CaCl ₂), mol/l	t(CaCl ₂), g/ml
1					
2					
3					
O'rtacha qiymati					

2.5. Geterogen muvozanat

Mashg'ulotning maqsadi. Cho'ktirish va eritish reaksiyalarida hosil bo'lgan mahsulotlarning xususiyatlarini o'rganishga sistemali yondashuvni o'rganish va biologik sistemalarda kam eriydigan moddalarning hosil bo'lishini oldindan aytib berish.

O'rganiladigan mavzuning ahamiyati. Cho'kma hosil bo'lishi va erish reaksiyalarining borish qonunlarini bilish, cho'kma-eritma sistemasi bo'lgan tirik organizmda boradigan kimyoviy jarayonlarni boshqarish va ularni biokimyoviy sistemalarga tatbiq qila bilish katta ahamiyat kasb etadi. Bu jarayonlar muvozanatining buzilishi natijasida kam eriydigan birikmalar hosil bo'lishi va ularning yig'ilishidan kelib chiqadigan kasalliklar mavjud. Masalan: buyrak va o't yo'llarida tosh hosil bo'lishi, podagra, glaukoma, ateroskleroz va boshqalar.

«Bariyli» va «stronsiyli» raxit suyakdagi kalsiy karbonatlari va fosfatlari o'rmini stronsiy va bariy egallashi natijasida vujudga keladi. Kam eriydigan birikmalarning hosil bo'lishi ularni ishlatishda tirik organizmda bu birikmalarning biometall va bioligandlar bilan cho'kma hosil qilishi mumkinligini hisobga olishni talab qiladi.

Me'da-ichak kasalliklarini davolashda, ko'pincha, kislotani kamaytiruvchi va adsorbsiyalovchi vosita sifatida suvda kam eriydigan, lekin me'dadagi HCl da yaxshi eriydigan moddalar ishlatiladi. Masalan: magniy oksid – MgO, kalsiy karbonat – CaCO₃ va

boshqalar. Tibbiy amaliyotda BaSO_4 rentgen-dagnostikada kontrast modda sifatida ishlatiladi. Bariy ionlari organizmga toksik ta'sir ko'rsatadi, lekin BaSO_4 kislotalarda (oshqozon shirasidagi HCl da) erimaydigan tuz, u organizmga tushganda ichakda so'rilmaydi va organizmga zaharli ta'sir ko'rsatmaydi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Qaytar va qaytmas reaksiyalar.
2. Kam eriydigan birikmalar hosil bo'lish reaksiyalarining ionli tenglamalari.
3. Massalar ta'siri qonuni; kimyoviy muvozanat.
4. Kimyoviy muvozanatni siljitish.
5. Kislota, asos va tuzlarning eruvchanligini ko'rsatuvchi jadvaldan foydalana bilish.

Darsda ko'riladigan savillar:

1. Cho'ktirish va eritish jarayonlari.
2. Eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi.
3. To'yingan, to'yinmagan va o'ta to'yingan eritmalar.
4. Cho'kmalarni eritma holatiga o'tkazish.
5. Cho'ktirish va eritish jarayonlarining tibbiyotdagi ahamiyati.

Ma'lumotlar yig'indisi

Cho'ktirish va eritish jarayonlari

Kuchli elektrolit eritmalarining nazariyasidan ma'lumki, suvda oz eriydigan kuchli elektrolitlar eritmaga molekula holatida o'tmasdan, balki alohida to'liq dissotsiatsiyalangan ionlar holatida o'tadi. Shuning uchun bunday moddalarning to'yingan eritmalarida erigan moddalarning ionlari bilan qattiq (cho'kmadagi) faza orasida dinamik muvozanat vujudga keladi. Masalan, AgCl ning to'yingan eritmasida AgCl cho'kmasi bilan eritmadagi ionlari orasida muvozanat quyidagicha bo'ladi:



Bu muvozanat holati uchun massalar ta'siri qonuni qo'llanib, muvozanat konstantasining ifodasi yoziladi:

$$K = \frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{AgCl})} \quad (2)$$

Qattiq fazadagi AgCl ning konsentratsiyasi ayni temperaturada turg'un qiymatga ega, shuning uchun (1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$K \cdot c(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) \quad (3)$$

2 ta turg'un qiymatlar ko'paytmasi bo'lgan $K \cdot c(\text{AgCl})$ ning hosilasi ham turg'un bo'ladi. Demak:

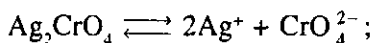
$$\tilde{n}(\text{Ag}^+) \cdot \tilde{n}(\text{Cl}^-) = \text{const.} \quad (4)$$

Shunday qilib, suvda oz eruvchi elektrolitlarning to'yingan eritmasida ayni temperaturada erkin ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas qiymatdir. Bu qiymat *elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi* deyiladi va $EK(\text{AgCl})$ bilan ifoda etiladi.

Yuqorida keltirilgan (4) tenglamadagi const. qiymatini $EK(\text{AgCl})$ bilan almashtirilsa, ayni elektrolit uchun eruvchanlik ko'paytmasi ifodalanadi:

$$\tilde{n}(\text{Ag}^+) \cdot \tilde{n}(\text{Cl}^-) = EK(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}.$$

Agar oz eriydigan elektrolit eritmada bir necha ionlarga dissotsiatsiyalansa, ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasini ifodalash uchun tenglamada shu ionlarning stexiometrik koeffitsienti konsentratsiya darajasiga ko'tarib yoziladi. Masalan, kumush xromat Ag_2CrO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasi:



$$\tilde{n}(\text{Ag}^+) \cdot \tilde{n}(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 9 \cdot 10^{-12}.$$

Yuqoridagi tushunchalarga asoslanib, shunday xulosaga kelish mumkin. Agar oz eriydigan elektrolit eritmasidagi ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas temperaturada ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatiga teng bo'lsa, *to'yingan eritma* hosil bo'ladi:

$$\tilde{n}(\text{Ag}^+) \cdot \tilde{n}(\text{Cl}^-) = EK(\text{AgCl}).$$

Agar oz eriydigan elektrolit eritmasidagi erkin ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas temperaturada ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan kichik bo'lsa, *to'yinmagan eritma* hosil bo'ladi. Bunday sharoitda elektrolit yana erishi mumkin va cho'kma hosil bo'lmaydi:

$$\tilde{n}(\text{Ag}^+) \cdot \tilde{n}(\text{Cl}^-) < EK(\text{AgCl}).$$

Agar oz eriydigan elektrolit eritmasidagi erkin ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas temperaturada ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan katta bo'lsa, *o'ta to'yingan eritma* hosil bo'lib, elektrolit cho'kmaga tushadi:

$$\tilde{n}(\text{Ag}^+) \cdot \tilde{n}(\text{Cl}^-) > EK(\text{AgCl}).$$

Moddalarning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan foydalanib, ayni moddalarning suvda erish qobiliyati haqida xulosa chiqarish mumkin.

Moddalarining EK qiymati qancha kichik bo'lsa, elektrolit shuncha oz eriydi:

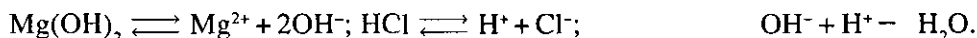
$$EK(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 1,78 \cdot 10^{-10};$$

$$EK(\text{AgBr}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Br}^-) = 5,3 \cdot 10^{-13};$$

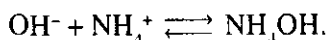
$$EK(\text{AgI}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{I}^-) = 8,3 \cdot 10^{-17}.$$

AgI eng kam eriydi. EK qiymatiga ko'ra, eritmadagi ion konsentratsiyalari ko'paytmasi EK qiymatidan katta bo'lgandagina cho'kmaga tushadi. Eritmada bir necha xil ionlar bo'lganda, eng kam eriydigan birikma birinchi navbatda cho'kmaga tushadi. Masalan, Cl^- , Br^- , I^- aralashmasiga AgNO_3 qo'shilganda, dastlab AgI cho'kmaga tushadi, keyin AgBr va eng so'ngida AgCl cho'kmaga tushadi. Shunday qilib, birikmalarning eruvchanlik ko'paytmasini bilgan holda, reaksiya yo'nalishini belgilash mumkin, bu esa kimyoviy analiz olib borishda juda katta ahamiyatga ega. Kam eriydigan elektrolitlarning eruvchanligi temperaturaga bog'liq. Boshqa moddalar ta'sirida reaksiya muhitini o'zgartirib, cho'ktirish reaksiyalari muvozanatini siljitish mumkin.

Analiz olib borishda suvda yomon eriydigan moddalarni eritmaga o'tkazish masalasi ham ahamiyatga ega. Cho'kmani eritish uchun uning erishida hosil bo'layotgan ionlardan, hech bo'lmaganda, bittasining konsentratsiyasini kamaytirish kerak. Bunga qo'shiladigan reaktiv ioni yordamida to'yingan eritmadagi ionlarning birini kam dissotsiatsiyanadigan birikma tarzida bog'lash yo'li bilan erishiladi. Masalan, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ning xlorid kislotada erishini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Uning molekula va ionlari orasidagi muvozanat buzilib, o'ngga siljiydi. Buning natijasida cho'kma eriydi. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ni NH_4OH da erishini ham xuddi shunday tushuntirish mumkin:



Eruvchanlik ko'paytmasi haqidagi qoidaning ahamiyati shundaki, bu qoidaga asoslanib kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo'layotgan moddalarning qaysi holatlarda cho'kmaga tushish yoki cho'kmadan eritmaga o'tish sharoitlari aniqlanadi.

Elektrolitlarning eruvchanlik ko'paytmalari qiymatlariga asoslanib, ularning eruvchanligi hisoblab topiladi yoki elektrolitning eruvchanligi ma'lum bo'lsa, ularning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblash mumkin.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Quyida keltirilgan holatlarning qaysi birida kam eriydigan elektrolit CaCO_3 eritmasi to'yinmagan?

$$c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = EK(\text{CaCO}_3);$$

$$c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) < EK(\text{CaCO}_3);$$

$$c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) > EK(\text{CaCO}_3).$$

Yechish. CaCO_3 eritmasi $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) < EK(\text{CaCO}_3)$ bo'lganda, to'yinmagan bo'ladi va bunday eritmada cho'kma hosil bo'lmaydi.

2- masala. Tarkibida Mg^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} ionlari bo'lgan eritmaga NaOH eritmasi qo'shilsa, avval qaysi gidroksid hosil bo'ladi?

Yechish. Bu savolga javob berish uchun ko'rsatilgan gidroksidlarning eruvchanlik ko'paytmasi konstantalari qiymatini bilish kerak, ularning qiymati esa har birining eruvchanligini ko'rsatadi:

$$EK(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 6,0 \cdot 10^{-10}.$$

$$EK(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 1,0 \cdot 10^{-15};$$

$$EK(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 5,0 \cdot 10^{-20}.$$

EK qiymatidan ko'rinadiki, cho'kmaga $\text{Cu}(\text{OH})_2$, keyin $\text{Fe}(\text{OH})_2$ va eng oxirida $\text{Mg}(\text{OH})_2$ tushadi.

Vaziyatli masalalar

1- masala. 1 litr to'yingan eritmada $6,3 \cdot 10^{-3}$ g kalsiy karbonat bo'ladi. Eruvchanlik ko'paytmasi konstantasini hisoblang.

Javob: $EK(\text{CaCO}_3) = 6,3 \cdot 10^{-9}.$

2- masala. Oz eriydigan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ birikmasining eruvchanlik ko'paytmasi konstantasini keltirib chiqaring. U qaysi omillarga bog'liq va qaysilariga bog'liq emas?

Javob: $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-}).$

Test savollari

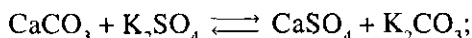
1. Oz eriydigan BaSO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating:

a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-});$

b) $EK(\text{BaSO}_4) = c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-});$

d) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-});$

e) $EK(\text{BaSO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-}).$

2. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang:

$$EK(\text{CaCO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-9} \quad EK(\text{CaSO}_4) = 9,1 \cdot 10^{-6}.$$

- a) chapdan o'ngga; d) muvozanat qaror topadi;
b) o'ngdan chapga; e) reaksiya sodir bo'lmaydi.

3. Qaysi holatda BaSO_4 cho'kma eriydi?

- a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$; d) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$;
b) $EK(\text{BaSO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$; e) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$.

4. Kam eriydigan $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating:

- a) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^3(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})$; d) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$;
b) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^3(\text{PO}_4^{3-})$; e) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$.

5. To'yingan eritmani ko'rsating:

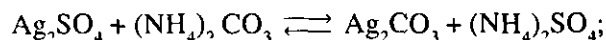
- a) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$; d) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$;
b) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$; e) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$.

6. To'yinmagan eritmani ko'rsating:

- a) $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$; d) $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$;
b) $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$; e) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$.

7. O'ta to'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$; d) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$;
b) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$; e) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$.

8. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang:

$$EK(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5} \quad EK(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 6,2 \cdot 10^{-2}.$$

- a) chapdan o'ngga; d) o'ngdan chapga;
b) muvozanat qaror topadi; e) reaksiya sodir bo'lmaydi.

9. Quyidagi moddalarning qaysi biri eng oz eriydi?

a) $EK(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$;

d) $EK(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$;

b) $EK(\text{AgBr}) = 5,3 \cdot 10^{-13}$;

e) $EK(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$.

10. Oz eriydigan CaCO_3 ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating:

a) $EK(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$;

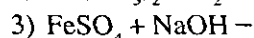
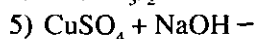
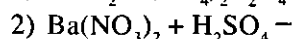
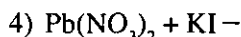
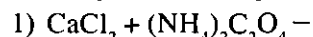
b) $EK(\text{CaCO}_3) = c^2(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$;

d) $EK(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$;

e) $EK(\text{CaCO}_3) > c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$.

LABORATORIYA ISHI**Kam eriydigan elektrolitlarning olinishi va xossalarini o'rganish****1- tajriba. Kam eriydigan birikmalarning hosil bo'lishi**

Quyidagi tajribalarni probirkada bajaring:



Kam eriydigan birikmalar hosil bo'lish reaksiyalarining molekular, to'liq ion va qisqa ion tenglamalarini yozing, ranglarini belgilang.

2- tajriba. Bir ion vositasida bir necha oz eriydigan birikmalar hosil bo'lishi

3 ta probirkaga 2–3 tomchidan qo'rg'oshin nitrat eritmasini soling: birinchisiga 3–4 tomchi kaliy yodid, ikkinchisiga 3–4 tomchi kaliy xromat, uchinchisiga esa 3–4 tomchi kaliy xlorid soling. Hosil bo'lgan oz eriydigan birikmalar rangini belgilang. Reaksiyalarning ion elektron tenglamalarini yozing. Cho'kmalarning qaysi biri ko'proq (kamroq) eriydi?

3- tajriba. Muvozanatni oz eriydigan birikmalar hosil bo'lish tomoniga siljitish

Probirkaga 2–3 tomchi kaliy xromat eritmasi, 1–2 tomchi kumush nitrat eritmasi va 2–3 tomchi kaliy xlorid soling. Cho'kma va eritma rangi qanday o'zgaradi? Reaksiyaning ion-molekular tenglamasini tuzing. Bitta oz eriydigan birikmaning boshqasiga o'tishini asoslab bering.

$$EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12}; \quad EK(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10};$$

$$\text{Eruvchanlik: } \text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}; \quad \text{AgCl} = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}.$$

4- tajriba. Cho'kmaning erish shartlari. EK kattaligining cho'kma erishiga ta'siri

3 ta probirkaga 2–3 tomchidan kumush nitrat soling. Birinchisiga 2–3 tomchi kaliy xlorid, ikkinchisiga 2–3 tomchi kaliy bromid, uchinchisiga 2–3 tomchi kaliy yodid eritmalaridan qo'shing. Cho'kmalar rangini belgilang. Har bir probirkadagi cho'kmaga 3–4 tomchidan ammiak eritmasi qo'shing. Qaysi holatda cho'kma tezroq eriydi? Nima uchun? Qaysi birikma cho'kmasi amalda erimaydi? Oz eriydigan kumush birikmalarining hosil bo'lish va ammiakda erish reaksiyalarining ion-molekular tenglamalarini yozing.

5- tajriba. Ba'zi amfoter gidroksidlarning olinishi va xossalari

2 ta probirkaga 3–4 tomchidan qo'rg'oshin nitrat soling, har biriga oz eriydigan qo'rg'oshin gidroksid hosil bo'lguncha 1–2 tomchi ishqor eritmasi qo'shing. Qo'rg'oshin gidroksid xususiyatini tushuntiring. Reaksiyalarning ion-molekular tenglamalarini yozing. Xrom (III)-sulfat bilan xuddi shunday tajriba o'tkazing.

2.6. Cho'ktirish usuli. Argentometriya usuli. Mor usuli

Mashg'ulotning maqsadi. Cho'kma hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar qonuniyatlarini bilgan holda, eritmadagi xlorid ionlarining miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Klinik analizda cho'ktirish usullari siydik, me'da shirasi, qondagi xloridlar miqdorini aniqlashda keng qo'llanadi. Sanitariya-gigiyenik tajribalarda ichimlik suvining analizida ham shu usullardan foydalaniladi.

Xloridlar (NaCl, KCl va boshqalar) mineral suv tarkibida uchraydi. Bu tuzlar organizmdagi hujayra va to'qimalarning asosiy tarkibiy qismini tashkil etadi. Natriy xlorid (osh tuzi) odam organizmi uchun ayniqsa keraklidir. Bu tuz qonda, to'qimalardagi suyuqliklar tarkibida bo'lib, me'da shirasida xlorid kislotaning hosil bo'lishida ishtirok etadi. Natriy xloridning qondagi konsentratsiyasi 0,5–0,6% bo'ladi. Organizmda natriy xloridning yetishmasligi natijasida to'qimalar suvsizlanadi, oqibatda, qon aylanish sistemasi buziladi. Organizmning osh tuziga bo'lgan bir sutkalik ehtiyoji kattalar uchun 12–15 g ga teng. Organizmda tuzning yetishmasligi hayot uchun xavflidir. NaCl tuzining tashqaridan organizmga yetarli miqdorda kirmasligi natijasida organizm turli kasalliklarga uchraydi. Bunday holatlarda tuzning organizmdagi normal miqdorini saqlash uchun bemorga natriy xlorid eritmasi yuboriladi. Bemor ko'p miqdorda qon yo'qotganda, to'xtovsiz qayt qilgan hollarda, organizm suvsizlanib qolganda natriy xloridning 0,86% li eritmasi vena orqali tomchilab yuboriladi.

Lekin tuzning organizm talabidan ortiqcha miqdorda iste'mol qilinishi yurak va buyrakning normal faoliyatini buzadi. Oqibatda, organizmda suyuqlikning ushlanib qolishi natijasida shish paydo bo'ladi, bu esa qon to'qimalari faoliyatining buzilishiga sabab bo'ladi.

Shuning uchun ham, ba'zi bir kasalliklarni davolashda iste'mol qilinuvchi tuzning miqdori chegaralab qo'yiladi. Tuzsiz parhez gipertonik, buyrak va yurak kasalliklarini davolashda yaxshi natija beradi. Tuzsiz parhezda sutkasiga 5–6 g tuz iste'mol qilinishi yetarli deb hisoblanadi.

Klinik analizda qon, siydik va me'da shirasi xloridlar miqdorini aniqlashda hamda galogen saqlagan dori-darmon preparatlarini analiz qilishda cho'ktirish usulidan foydalaniladi. Siydik tarkibidagi xlorid miqdorining o'zgarishi organizmda paydo bo'lgan patologik holatlardan xabar beradi. Bir sutkada odamdan 1000 ml dan 1600 ml gacha siydik va 500 ml gacha ter ajraladi. Normal organizmda ajraladigan siydikning o'rtacha miqdori erkaklar uchun 1300 ml, ayollar uchun 1200 ml ga teng. Ajralgan siydik tarkibidagi natriy xloridning o'rtacha miqdori 10–15 g ni tashkil qiladi. Buyrak funksiyasi buzilganda siydikdagi natriy xlorid miqdori o'zgaradi. Shuning uchun klinik analizda siydik tarkibidagi natriy xlorid miqdorini aniqlash diagnostik ahamiyat kasb etadi. Bu analiz Mor usulida olib boriladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elektrolitik dissotsiatsiya.
2. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.
3. Eruvchanlik ko'paytmasi.

Darsda ko'riladigan savollar:

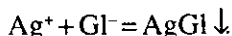
1. Argentometrik titrlash usulining nazariy asoslari. Mor usuli.
2. Laboratoriya ishining nazariy asoslari:
 - 2.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi;
 - 2.2. Indikatorning ta'sir mexanizmi;
 - 2.3. Laboratoriya ishini bajarish uslubi;
 - 2.4. Hisoblash formulalari;
 - 2.5. Olingan natijalardan xulosa chiqarish.
3. Mor usulining tibbiyotda qo'llanishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Argentometrik titrlash usuli (Mor usuli) miqdoriy analiz usullaridan biri bo'lib, titrlashda qiyin eriydigan birikmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarni qo'llashga asoslangan. Bu usulda biror modda (ion) cho'kmaga tushirilib, uning miqdori aniqlanadi.

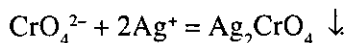
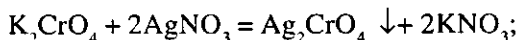
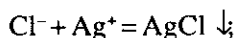
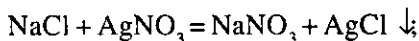
Cho'ktirish usuli bilan aniqlashda moddalar bir-biri bilan ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi, shuning uchun tekshirilayotgan moddalarni cho'ktirishga sarf bo'lgan ishchi eritmaning hajmini aniq bilgan holda tekshirilayotgan eritmadagi moddaning miqdorini hisoblash mumkin.

Mor usuli kumush ionining galogen ionlari Cl^- , Br^- , I^- bilan birikib, qiyin eruvchi kumush galogenidlar holida cho'kma hosil qilish reaksiyasiga asoslangan. Bu usulda boradigan asosiy reaksiya tenglamasi quyidagicha:



Bu yerda, $\text{Gl} = \text{Cl}^-$, Br^- , I^- .

Ishchi eritma sifatida kumush nitrat AgNO_3 dan foydalaniladi. Bu usulda reaksiya oxiridagi ekvivalent nuqtani aniqlash uchun indikator sifatida kaliy xromat K_2CrO_4 eritmasi ishlatiladi. K_2CrO_4 kumush ionlari bilan birikib, qizil-g'isht rangli kumush xromat Ag_2CrO_4 cho'kmasini hosil qiladi. Masalan, tekshirilayotgan eritmadagi xloridlar miqdorini aniqlashda, ayni eritmada K_2CrO_4 indikator ishtirokida kumush nitrat ishchi eritmasi bilan titrlanganda quyidagi reaksiyalar ketma-ketlikda boradi:



AgCl va Ag_2CrO_4 birikmalarining ikkalasi ham qiyin eruvchi moddalar. Bu reaksiyalar davomida, avvalo, eritmada barcha Cl^- ionlari Ag^+ ionlari bilan AgCl hosil qiladi, AgCl oq cho'kmaga tushib tamom bo'lganidan keyin va eritmada ortiqcha xlor ionlari qolmagach, reaksiya oxiridagi ekvivalent nuqtada ortiqcha qo'shilgan AgNO_3 ning bir tomchi eritmasidagi Ag^+ ionlari indikatorning xromat CrO_4^{2-} ionlari bilan birikib, qizil-g'isht rangli kumush xromat cho'kma hosil qiladi. Avval oq rangli AgCl , keyin esa qizil-g'isht rangli Ag_2CrO_4 cho'kmaning tushishiga sabab AgCl ning eruvchanlik darajasi ($1,25 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l) Ag_2CrO_4 ning eruvchanlik darajasiga ($6,5 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l) nisbatan ozligidir. AgCl cho'kmasini hosil qilish uchun

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) > EK(\text{AgCl})$$

bolishi kerak.

Ag_2CrO_4 cho'kmasining hosil bo'lishida Ag^+ ionlarining konsentratsiyasi nisbatan ozroq sarf bo'ladi:

$$c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4).$$

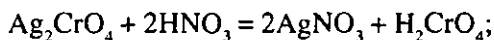
AgCl cho'kmasining hosil bo'lishi eritmada xlor ionlarining konsentratsiyasi $1,25 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l ga teng bo'lguncha davom etadi.

Mor usuli bilan titrlash faqat neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda olib boriladi, chunki:

a) ishqoriy muhitda quyidagi reaksiya bo'yicha Ag^+ ionlari qo'ng'ir rangli Ag_2O holida cho'kmaga tushadi:



b) kislotali muhitda Ag_2CrO_4 yaxshi eriydi va kuchsiz xromat kislotasi hosil bo'ladi:



d) ammiakli muhitda esa AgCl va Ag_2CrO_4 cho'kmalari erishi natijasida, kumush ammiakli kompleks tuzlari hosil bo'ladi.

Mor usuli bilan analiz qilinganda titrlash xona temperaturasida olib boriladi, chunki temperaturaning ortishi natijasida Ag_2CrO_4 cho'kmasining eruvchanlik ko'paytmasi qiymati ham ortadi va indikatorning Ag^+ ioniga bo'lgan sezgirliги kamayadi. Titrlash davomida quyidagi tartibga albatta rioya qilish kerak: byuretkaga AgNO_3 eritmasini quyib, bu eritma bilan kolbadagi tekshirilayotgan eritma titrlanadi, reaksiya oxirida cho'kma rangining yaqqol o'zgarganligini ko'rib, ekvivalent nuqta xatosiz belgilanadi.

Mor usulining asosiy kamchiliklari quyidagilardan iborat:

1. Tekshirilayotgan eritmada to'sqinlik qiluvchi Ba^{2+} , Pb^{2+} , B^{3+} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , CrO_4^{2-} ionlarining bo'lmashligi shart.

2. Bu usul bilan yodid va rodanidlar miqdorini aniqlab bo'lmaydi, chunki kumush, yodid, rodanidlar bilan xromat CrO_4^{2-} ionlari orasidagi adsorbsiya hodisasi tufayli analiz noto'g'ri natijalar beradi.

Argentometriya usuli ayrim kamchiliklarga ega: kumush tuzlari qimmat va nodir birikmalardir. Shuning uchun bu usuldan foydalanishda reaksiya chiqindilari yig'ilib, undagi kumush qaytadan ajratib olinadi.

Argentometriya usuli klinik analizda biologik suyuqliklar tarkibidagi galogenid ionlar miqdorini aniqlashda keng qo'llanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1-masala. Osh tuzining 20,00 ml molyar konsentratsiyasi 0,0501 mol/l bo'lgan eritmasini titrlash uchun 19,64 ml kumush nitrat eritmasi sarf bo'ldi. Kumush nitrat eritmasining molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{NaCl}) = 20,00 \text{ ml};$$

$$c(\text{NaCl}) = 0,0501 \text{ mol/l};$$

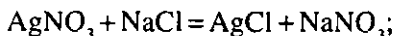
$$V(\text{AgNO}_3) = 19,64 \text{ ml};$$

$$M(\text{AgNO}_3) = 170 \text{ g/mol}.$$

$$c(\text{AgNO}_3) = ? \quad t(\text{AgNO}_3) = ?$$

Yechish:

Analiz asosida quyidagi reaksiya yotadi:



$$f_{(\text{ekv})}(\text{AgNO}_3) = 1; \quad f_{(\text{ekv})}(\text{NaCl}) = 1.$$

1. Ekvivalentlar qonuniga asoslanib, AgNO_3 ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot c(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3)} \frac{\text{mol}}{\text{l}};$$

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{20,00 \cdot 0,0501}{19,64} \frac{\text{ml} \cdot \text{mol}}{\text{l} \cdot \text{ml}} = 0,0510 \frac{\text{mol}}{\text{l}}.$$

Eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3)}{1000} \frac{\text{g}}{\text{ml}};$$

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{0,0510 \cdot 170}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{l} \cdot \text{mol}} = 0,008673 \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,0510 \text{ mol/l}$; $t(\text{AgNO}_3) = 0,008673 \text{ g/ml}$.

2-masala. 5,00 ml kaliy bromid eritmasini titrlash uchun 6,32 ml 0,0504 mol/l konsentratsiyali kumush nitrat eritmasi sarflandi. Kaliy bromidning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Berilgan:

$V(\text{KBr}) = 5,00 \text{ ml}$;

$c(\text{AgNO}_3) = 0,0504 \text{ mol/l}$;

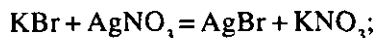
$V(\text{AgNO}_3) = 6,32 \text{ ml}$;

$M(\text{KBr}) = 119 \text{ g/mol}$.

$c(\text{KBr}) = ?$ $t(\text{KBr}) = ?$

Yechish:

Analiz asosida quyidagi reaksiya yotadi:



$$f_{(\text{ekv})}(\text{AgNO}_3) = 1; \quad f_{(\text{ekv})}(\text{KBr}) = 1.$$

1. Ekvivalentlar qonuniga asoslanib, AgNO_3 ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\text{KBr}) = \frac{V(\text{AgNO}_3) \cdot c(\text{AgNO}_3)}{V(\text{KBr})} \frac{\text{mol}}{\text{l}};$$

$$c(\text{KBr}) = \frac{6,32 \cdot 0,0504}{5,00} \frac{\text{ml} \cdot \text{mol}}{\text{l} \cdot \text{ml}} = 0,0637 \frac{\text{mol}}{\text{l}}.$$

Eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{KBr}) = \frac{c(\text{KBr}) \cdot M(\text{KBr})}{1000} \frac{\text{g}}{\text{ml}};$$

$$t(\text{KBr}) = \frac{0,0637 \cdot 119 \text{ mol} \cdot \text{g}}{1000 \text{ l} \cdot \text{mol}} = 0,007581 \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,0637 \text{ mol/l}$; $t(\text{AgNO}_3) = 0,007581 \text{ g/ml}$.

Vaziyatli masalalar

1. Kumush nitrat AgNO_3 yoki «lyapis» bakteritsid kuydiruvchi ta'sir ko'rsatadi. Uning 10,00 ml ini titrlaganda 12,50 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0485 mol/l bo'lgan NaCl eritmasi sarflandi. Kumush nitrat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,0606 \text{ mol/l}$.

2. Suyultirilgan xlorid kislota me'da shirasi kislotaliligi kamligida ishlatiladi. Preparatning haqiqiyli AgNO_3 yordamida aniqlanadi. Bunda boradigan reaksiya tenglamasini yozing. 5,0 g 8,4% (massa jihatidan)li HCl eritmasidagi xlor ionini to'la cho'ktirish uchun AgNO_3 dan necha gramm olish kerak?

Javob: $m(\text{AgNO}_3) = 1,94 \text{ g}$.

Test savollari

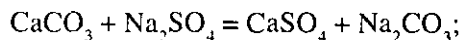
1. Ag_2CrO_4 cho'kmasining rangini ko'rsating:

- a) sariq; b) qizil; d) oq; e) qizil-g'isht rangli.

2. Mor usulida qanday indikator qo'llaniladi?

- a) Ag_2CrO_4 ; d) K_2CrO_4 ;
b) $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; e) Ag_2CrO_4 .

3. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang:



$$EK(\text{CaCO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-9} \quad EK(\text{CaSO}_4) = 9,1 \cdot 10^{-6}.$$

- a) chapdan o'ngga; d) muvozanat qaror topadi;
b) o'ngdan chapga; e) reaksiya sodir bo'lmaydi.

4. Oz eriydigan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating:

- a) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})$
- b) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^3(\text{PO}_4^{3-})$;
- d) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$;
- e) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$.

5. To'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- b) $EK(\text{BaSO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- d) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- e) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$.

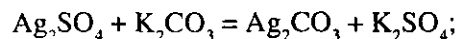
6. To'yinmagan eritmani ko'rsating:

- a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- b) $EK(\text{BaSO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- d) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- e) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$.

7. O'ta to'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- b) $EK(\text{BaSO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- d) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$;
- e) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$.

8. Quyidagi reaksiya yo'nalishini aniqlang:



$$EK(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$$

$$EK(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 6,2 \cdot 10^{-2}.$$

- a) chapdan o'ngga;
- b) o'ngdan chapga;
- d) muvozanat qaror topadi;
- e) reaksiya sodir bo'lmaydi.

9. Quyidagi moddalarning qaysi biri eng oz eriydi?

- a) $EK(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$;
- b) $EK(\text{AgBr}) = 5,3 \cdot 10^{-13}$;
- d) $EK(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$;
- e) $EK(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$.

10. Kam eriydigan BaCO_3 ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan qatorni ko'rsating.

- a) $EK(\text{BaCO}_3) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$;
- b) $EK(\text{BaCO}_3) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$;
- d) $EK(\text{BaCO}_3) = c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$;
- e) $EK(\text{BaCO}_3) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Mor usuli bilan kumush nitrat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash

Byuretkaga AgNO_3 eritmasi solinadi. Titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga pipetka yordamida konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan NaCl eritmasidan 5 ml solib, unga 2–3 tomchi K_2CrO_4 eritmasi qo'shiladi va eritmani byuretkadagi AgNO_3 eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash davomida eritma aralashtirib turiladi. Eritmaning rangi bug'doy rangga kirguncha titrlash davom ettiriladi. Tajriba 3 marta takrorlanadi. Bajarilgan ish natijalari jadvalga yoziladi.

1	$V(\text{NaCl}), \text{ ml}$	$c(\text{NaCl}), \text{ mol/l}$	Indikator	$V(\text{AgNO}_3), \text{ ml}$	$c(\text{AgNO}_3), \text{ mol/l}$	t, g/ml
1						
2						
3						
O'rtacha qiymati						

Yaqin keladigan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati olinib, kumush nitratning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$c_{\text{AgNO}_3} = \frac{V_{\text{NaCl}} \cdot c_{\text{NaCl}}}{V_{\text{AgNO}_3}}, \text{ mol/l};$$

$$t_{\text{AgNO}_3} = \frac{c_{\text{AgNO}_3} \cdot M_{\text{AgNO}_3} \cdot t_{\text{AgNO}_3}}{1000}, \text{ g/ml}.$$

2- tajriba. Siydikdagi NaCl massasini nazorat analitik aniqlash

Titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga pipetka yordamida ma'lum hajmdagi (o'qituvchi nazorat ishi sifatida beradi) analiz uchun mo'ljallangan siydik solinadi. Uning ustiga 5 tomchi 5% li K_2CrO_4 solib, asta-sekin aralashtirib turiladi va AgNO_3 ning titrlangan eritmasi bilan barqaror qizil-g'isht rangli tus paydo bo'lguncha titrlanadi.

Tajriba 3 marta takrorlanadi. Bajarilgan ish natijalari jadvalga yoziladi.

1	$V_{\text{siydik}}, \text{ ml}$	$\bar{n}(\text{AgNO}_3), \text{ mol/l}$	$V(\text{AgNO}_3), \text{ ml}$	$c(\text{NaCl}), \text{ mol/l}$	$m(\text{NaCl}), \text{ g}$	Indikator
1						
2						
3						
O'rtacha qiymati						

Yaqin keladigan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati olinib, siydikdagi NaCl massasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$m(\text{NaCl}) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{NaCl})}{1000}, \text{ g.}$$

$M(\text{NaCl})$ – NaCl ning molyar massasi;

$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol}$.

Bir kecha-kunduzda ajraladigan siydik tarkibidagi NaCl miqdori quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$m'(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{V(\text{siydik})} \cdot 1300, \text{ g.}$$

2.7. Cho'ktirish usuli. Tiotsianometrik titrlash.

Folgard usuli

Mashg'ulotning maqsadi. Cho'kma hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar qonuniyatlarini bilgan holda, eritmadagi xlorid ionlarining miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Klinik analizda cho'ktirish usullari siydik, me'da shirasi, qondagi xloridlar miqdorini aniqlashda keng qo'llanadi. Sanitariya-gigiyenik tajribalarda ichimlik suvini analiz qilishda ham shu usullardan foydalaniladi.

Klinik analizda siydik va me'da shirasidagi xloridlar miqdorini aniqlashda hamda galogen saqlagan dori-darmon preparatlarini analiz qilishda cho'ktirish usulidan foydalaniladi. Bu analizlarni bajarishda kumush nitratning titrlangan eritmasi ishlatiladi. Mazkur analizlar kumush nitratning titrlangan eritmasi vositasida amalga oshiriladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

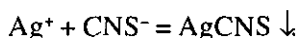
1. Elektrolitik dissotsiatsiya.
2. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.
3. Eruvchanlik ko'paytmasi.

Darsda ko'riladigan savollar:

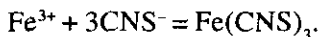
1. Argentometrik titrlash usulining nazariy asoslari.
2. Trigonometrik titrlash usulining nazariy asoslari.
3. Laboratoriya ishining nazariy asoslari:
 - 3.1. Eimiyoviy reaksiya tenglamasi;
 - 3.2. Indikatorning ta'sir mexanizmi;
 - 3.3. Laboratoriya ishini bajarish uslubi;
 - 3.4. Hisoblash formulalari;
 - 3.5. Olingan natijalardan xulosa chiqarish.
4. Folgard usulining tibbiyotda qo'llanishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

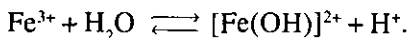
Cho'ktirish usullari cho'kma (oz eriydigan moddalar) hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarda qo'llaniladi. Bu usulda qo'llanadigan reaksiyalarga asosiy talab *EK* (eruvchanlik ko'paytmasi) qiymati kichik bo'lgan moddalarning hosil bo'lishidir. Cho'ktirish usullari, asosan, kumush, galogenidlar va sianidlar miqdorini aniqlashda ishlatiladi. Folgard usulida kumush nitrat bilan ammoniy yoki kaliy tiotsianat to'g'ridan-to'g'ri titrlanadi. Indikator sifatida tarkibida Fe^{3+} ioni saqlaydigan temirammoniyli achchiqtosh $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ning to'yingan eritmasi qo'llaniladi. Folgard usuli kumush ion bilan rodanid ionlarining birikib, suvda yomon eruvchi oq rangli kumush rodanid cho'kmasi hosil bo'lishi reaksiyasiga asoslangan:



Eritmada kumush nitratning ortiqcha miqdori qoladi. Eritmada ortib qolgan Ag^+ ionlari indikator – temir ammoniyli achchiqtosh $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ishtirokida ammoniy rodanid bilan titrlanadi. Bu tuzni indikator sifatida qo'llash sababi quyidagicha tushuntiriladi: tekshirilayotgan eritmadagi kumush Ag^+ ioni tomchilab qo'shilayotgan ammoniy rodanid eritmasidagi rodanid CNS^- ion bilan kumush rodanid AgCNS oq cho'kmasini hosil qiladi. Eritmadagi Ag^+ va CNS^- ionlari reaksiyaga kirishadi va Ag^+ ion tugagach, ortiqcha tomgan har bir tomchi NH_4CNS bilan indikator tarkibidagi temir Fe^{3+} ion reaksiyaga kirishadi va qizil-g'isht rangli temir rodanid hosil bo'ladi:



Folgard usulining Mor usulidan afzalligi shundaki, bu usulda reaksiyani kislotali muhitda ham olib borish mumkin. Ma'lumki, 3 valentli temir ionining tuzlari neytral muhitda qisman gidrolizga uchraydi:



Bu esa eritma rangining o'z-o'zidan o'zgarishiga olib keladi. Shunga ko'ra, Fe^{3+} tuzining eritmadagi gidrolizlanish reaksiyasini orqaga qaytarish uchun reaksiya kislotali muhitda olib boriladi.

Eritma tarkibidagi galogen, rodanid va kumush ionlari miqdorini Folgard usuli bilan aniqlash uchun ayni eritmada boshqa ionlarning bo'lishi to'sqinlik qilmaydi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1-masala. Blenoreya kasalligining oldini olish uchun chaqaloqlar ko'ziga kumush nitratning suyultirilgan eritmasi tomiziladi. 10,00 ml kumush nitrat eritmasini titrlash uchun ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,05010 mol/l bo'lgan 22,10 ml ammoniy rodanid eritmasi sarflandi. Kumush nitrat eritmasining titrini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{AgNO}_3) = 10,00 \text{ ml};$$

$$V(\text{NH}_4\text{SCN}) = 22,10 \text{ ml};$$

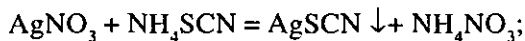
$$c(\text{NH}_4\text{SCN}) = 0,05010 \text{ mol/l};$$

$$M(\text{AgNO}_3) = 169,9 \text{ g/mol}.$$

$$t(\text{AgNO}_3) = ?$$

Yechish:

1. Reaksiya tenglamasi:



$$f_{\text{ekv}}(\text{AgNO}_3) = 1; \quad f_{\text{ekv}}(\text{NH}_4\text{SCN}) = 1.$$

2. Eritmaning titri topiladi:

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3)}{1000}; \quad c(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN})}{V(\text{AgNO}_3)};$$

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{169,9 \cdot 22,10 \cdot 0,05010}{1000 \cdot 10} \frac{\text{g} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}}{\text{mol} \cdot \text{l} \cdot \text{ml}} = 0,01881 \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

Javob: $t(\text{AgNO}_3) = 0,01881 \text{ g/ml}.$

2-masala. Otolaringologiyada antiseptik vosita sifatida protargol ishlatiladi. Uning tarkibida kumush nitrat bo'ladi. Kumush nitratning massa ulushi 5% bo'lgan 1 l protargol ($\bar{n} = 1,00 \text{ g/ml}$) tayyorlash uchun necha gramm kumush nitrat kerak?

Berilgan:

$$\bar{u} (\%) = 5\%;$$

$$V = 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml};$$

$$\bar{n} = 1,00 \text{ g/ml}.$$

$$m(\text{AgNO}_3) = ?$$

Yechish:

1. Eritmaning massasi aniqlanadi:

$$m(\text{eritma}) = V(\text{eritma}) \cdot \tilde{n};$$

$$m(\text{eritma}) = 1000 \text{ ml} \cdot 1,0 \text{ g/ml} = 1000 \text{ g}.$$

2. Eritmadagi
- AgNO_3
- massasi aniqlanadi:

$$\omega\% = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%; \quad m(\text{AgNO}_3) = \frac{\omega\% \cdot m(\text{eritma})}{100\%};$$

$$m(\text{AgNO}_3) = \frac{5,0 \cdot 1000\% \cdot \text{g}}{100\%} = 50 \text{ g}.$$

Javob: $m(\text{AgNO}_3) = 50 \text{ g}.$ **Vaziyatli masalalar**

1- masala. 15,00 ml kumush nitrat eritmasini titrlash uchun 17,25 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0502 mol/l bo'lgan ammoniy rodanid eritmasi sarflangan. 200 ml kumush nitrat eritmasidagi tuzning massasini aniqlang.

Javob: $m(\text{AgNO}_3) = 1,9618 \text{ g}.$

2- masala. Surunkali gastritni davolashda kumush nitratning suyultirilgan eritmasi qo'llanadi. 100,00 ml kumush nitrat eritmasini titrlash uchun 3,10 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,05020 mol/l ammoniy rodanid eritmasidan sarflandi. Kumush nitrat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,001556 \text{ mol/l}; \quad t(\text{AgNO}_3) = 0,003111 \text{ g/ml}.$ **Test savollari**

- 1. AgSCN cho'kmasining rangini ko'rsating:**

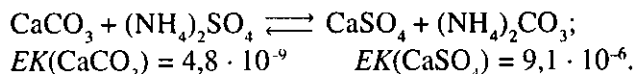
a) sariq; b) qizil; d) oq; e) qizil-g'isht.

- 2. $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ cho'kmasining rangini ko'rsating:**

a) sariq; b) qizil; d) oq; e) qizil-g'isht.

- 3. Oz eriydigan BaCrO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating:**

a) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-});$ d) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-});$
 b) $EK(\text{BaCrO}_4) = c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-});$ e) $EK(\text{BaCrO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-}).$

4. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang:

- a) chapdan o'ngga; d) muvozanat qaror topadi;
b) o'ngdan chapga; e) reaksiya sodir bo'lmaydi.

5. Folgard usulida titrlash qanday muhitda olib boriladi?

- a) kislotali; d) neytral;
b) ishqoriy; e) kislotali va ishqoriy.

6. Qaysi holda BaSO_4 cho'kma eriydi?

- a) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$;
b) $EK(\text{BaCrO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$;
c) $EK(\text{BaCrO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$;
d) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-})$.

7. Oz eriydigan $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating:

- a) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^3(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})$;
b) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^3(\text{PO}_4^{3-})$;
c) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$;
d) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$.

8. To'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$; d) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{BaCrO}_4)$;
b) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{BaCrO}_4)$; e) $c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$.

9. To'yinmagan eritmani ko'rsating:

- a) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$; d) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{BaCrO}_4)$;
b) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{BaCrO}_4)$; e) $c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$.

10. O'ta to'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$; d) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{BaCrO}_4)$;
b) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{BaCrO}_4)$; e) $c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$.

LABORATORIYA ISHI

Folgard usuli bo'yicha siydik tarkibidagi NaCl miqdorini aniqlash

Titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga pipetka yordamida 4 ml siydik solib, ustiga kislotali muhit hosil qilish uchun 4 ml molyar konsentratsiyasi 4 mol/l HNO_3 eritmasi qo'shiladi va 8 ml AgNO_3 ning ishchi eritmasidan solib, uning ustiga 5 tomchi indikator $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ qo'shiladi. Bunda AgNO_3 ning bir qismi siydik tarkibidagi xloridlar bilan oq rangli cho'kma hosil qiladi. Ortib qolgan AgNO_3 eritmasi NH_4CNS eritmasi bilan qizil-gisht rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlashni 3 marta takrorlab, NH_4CNS ning o'rtacha hajmi aniqlanadi. Hisoblash NH_4CNS ning o'rtacha hajmi qiymati bilan olib boriladi.

1	$V_{\text{siydik}}, \text{ ml}$	$c(\text{AgNO}_3), \text{ mol/l}$	Indikator $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$\bar{n}(\text{NH}_4\text{CNS}), \text{ mol/l}$	$V(\text{NH}_4\text{CNS}), \text{ ml}$	$t_{\text{NaCl}}, \text{ g/ml}$	$\Sigma_{\text{NaCl}} \text{ g}$
1							
2							
3							
O'rtacha qiymati							

Masalan, 4,00 ml tekshirilayotgan eritma (siydik)ga 8,00 ml 0,0190 molyarlik AgNO_3 ni titrlash uchun 3,50 ml 0,0200 molyarlik NH_4CNS eritmasidan sarf bo'lgan bo'lsa, hisoblash quyidagicha bajariladi:

1. AgNO_3 eritmasi bilan reaksiyaga kirishgan NH_4CNS ning hajmi topiladi:

$$c_{\text{NH}_4\text{CNS}} \cdot V_{\text{NH}_4\text{CNS}} = c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3};$$

$$V_{\text{AgNO}_3} = \frac{c_{\text{NH}_4\text{CNS}} \cdot V_{\text{NH}_4\text{CNS}}}{c_{\text{AgNO}_3}} = \frac{0,0200 \cdot 3,50}{0,0190} = 3,68 \text{ ml.}$$

2. Analiz qilinayotgan eritmadagi xlorid ionlari bilan reaksiyaga kirishgan AgNO_3 eritmasining hajmi topiladi:

$$8,00 \text{ ml} - 3,68 \text{ ml} = 4,32 \text{ ml.}$$

3. Analiz qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c_{\text{NaCl}} = \frac{c_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3}}{V_{\text{NaCl}}} = \frac{0,0190 \cdot 4,32 \text{ mol} \cdot \text{ml}}{4,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,0205.$$

4. Analiz qilinayotgan eritmaning titri aniqlanadi:

$$t_{\text{NaCl}} = \frac{0,0205 \cdot 58,5}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,001199 \text{ g/ml.}$$

5. Bir sutkada ajralayotgan 1300 ml siydikdagi natriy xloridning miqdori:

$$g_{\text{NaCl}} = 0,00120 \cdot 1300 \text{ ml} = 1,560 \text{ g.}$$

Analiz qilishdan oldin siydik 10 marta suyultirilgan edi, shuning uchun bu miqdor 10 ga ko'paytiriladi:

$$g_{\text{NaCl}} = 1,560 \cdot 10 = 15,60 \text{ g.}$$

Eraklar va ayollar organizmidan bir sutkada ajraladigan siydikdagi NaCl ning o'rtacha miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$g_{\text{erkaklarda}} = t \cdot 1300 \cdot 10 = 0,00125 \cdot 1300 \cdot 10 = 16,25 \text{ g;}$$

$$g_{\text{ayollarda}} = t \cdot 1200 \cdot 10 = 0,00125 \cdot 1200 \cdot 10 = 15,0 \text{ g.}$$

2.8. Oksidlanish-qaytarilish usuli bilan titrlash. Permanganometriya usuli

Mashg'ulotning maqsadi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonuniyatlarini bilgan holda, biologik obyektlar va dorivor preparatlar hamda sanitariya-gigiyena tavsifiga ega bo'lgan obyektlarni permanganometriya usulida aniqlash.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Oksidlanish-qaytarilish usuli dorivor preparatlarni klinik va sanitariya-gigiyena jihatidan tekshirishda keng qo'llanadi. Kaliy permanganatning yuqori oksidlovchilik xossasidan foydalangan holda, uni biologik obyektlarda qaytaruvchilarni aniqlashda qo'llash mumkin. Permanganometriya usuli bilan siydikdagi siydik kislotaning, qon zardobidagi kalsiy ionining miqdorini, qondagi qand moddasi va boshqalarni aniqlash mumkin. Kaliy permanganatning oksidlovchilik xossasidan tibbiyot amaliyotida keng foydalaniladi. Uning 0,1–0,55% li suvli eritmasi yaralarni yuvishda antiseptik vosita sifatida, 0,01–0,1% li eritmasi og'iz va tomoqni chayish uchun, 0,02–0,1% li eritmasi esa zaharlanganda me'dani chayish uchun ishlatiladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonuniyatlari.
2. Elektron muvozanat va ion-elektron usulida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzish.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Permanganometriya usulining nazariy asoslari:
 - 1.1. Kaliy permanganatning kislotali, ishqoriy va neytral muhitda qaytarilishi.
2. Oksidlovchi va qaytaruvchilarning ekvivalent molyar massasini hisoblash.

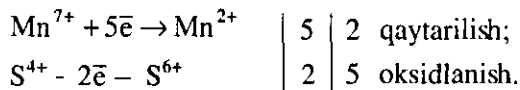
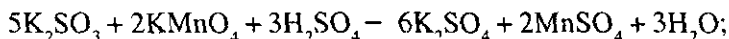
3. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
4. Qayta titrlash usulining mohiyati.
5. Permanganatometriya usulining tibbiyotda qo'llanishi.
6. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Permanganatometrik titrlash usuli

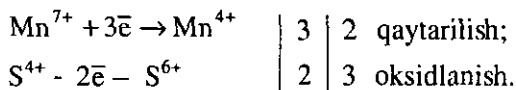
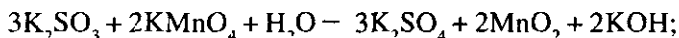
Permanganatometriya usuli kaliy permanganatning qaytariluvchilarni oksidlash reaksiyalariga asoslangan. Kaliy permanganat kislotali, neytral va ishqorli muhitlarda oksidlovchilar xossasini namoyon qiladi:

1. *Kislotali muhitda* marganes Mn^{7+} dan Mn^{2+} gacha qaytariladi:



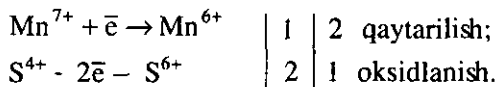
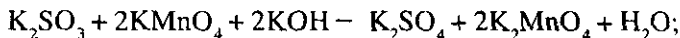
Kaliy permanganatning binafsha rangi rangsizlanadi.

2. *Neytral muhitda* marganes Mn^{7+} dan Mn^{4+} gacha qaytariladi:



Binafsha rangli kaliy permanganat qo'ng'ir rangli marganes (IV)-oksid cho'kmasigacha qaytariladi.

3. *Ishqoriy muhitda* marganes Mn^{7+} dan Mn^{6+} gacha qaytariladi:



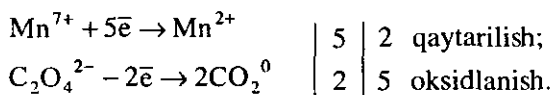
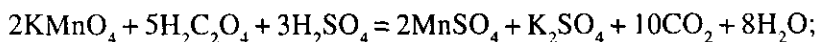
Binafsha rangli kaliy permanganat yashil tusli kaliy manganatgacha qaytariladi.

Permanganatometriya usulida analiz har doim kislotali muhitda olib boriladi, chunki unda bu moddaning oksidlovchi xususiyati ko'proq namoyon bo'ladi, titrlashda esa uning tarkibiga kirgan binafsha rangli Mn^{7+} ionlari rangsiz Mn^{2+} ionigacha qaytariladi. Ekvivalent nuqtaga erishilgandan so'ng, kaliy permanganat ortiqcha tomchisining birinchisiyoq titrlanayotgan suyuqlikni pushti rangga bo'yaydi, bu esa titrlashni indikatorsiz olib borish

imkonini beradi. Neytral muhitda qaytarilish jarayonida to'q qo'ng'ir cho'kma MnO_2 hosil bo'ladi, ishqoriy muhitda esa binafsha rangli kaliy permanganat yashil tusli kaliy manganatgacha K_2MnO_4 qaytariladi. Eritmada ularning mavjudligi ekvivalent nuqtani aniqlashni qiyinlashtiradi.

Permanganatometriya usulida oksidlovchining ekvivalent molyar massasini aniqlash lozim. Ma'lumki, *modda ekvivalenti* deb, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddaning bir elektronga ekvivalent miqdoriga aytiladi, shuning uchun oksidlovchi yoki qaytaruvchining ekvivalent molyar massasi moddaning bir molekulasini qabul qiladigan yoki yo'qotadigan elektronlar sonidan hisoblab chiqariladi. Oksidlovchi (qaytaruvchi)ning ekvivalent molyar massasini aniqlash uchun uning molyar massasi bir molekula oksidlovchi yoki qaytaruvchi qabul qilgan yoki yo'qotgan elektronlar soniga bo'linadi.

KMnO_4 eritmasi konsentratsiyasi boshlang'ich modda bo'lgan oksalat kislotaning standart eritmasi yordamida aniqlanadi. O'zaro ta'sirlashuv quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



Reaksiya natijasida KMnO_4 5 ta elektronni biriktirib olgani uchun ekvivalent molyar massasi uning molyar massasining $\frac{1}{5}$ qismiga teng.

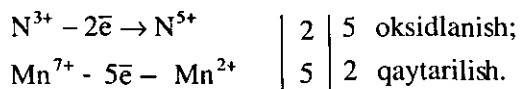
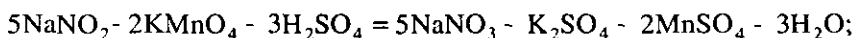
$$M\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = \frac{158,03}{5} = 31,61 \text{ g/mol.}$$

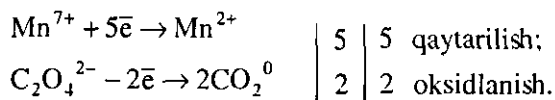
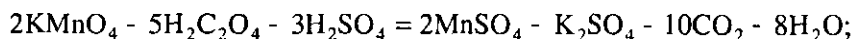
Oksalat kislota reaksiya natijasida 2 ta elektron beradi, shuning uchun ekvivalent molyar massasi uning molyar massasining $\frac{1}{2}$ qismiga teng:

$$M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right) = \frac{126,07}{2} = 63,03 \text{ g/mol.}$$

Permanganatometriya usuli qo'llanilayotgan vaqtda qo'shimcha (keraksiz) jarayonlar boradigan bo'lsa, qayta titrlash usulidan foydalaniladi.

Masalan, tibbiyotda ishlatiladigan NaNO_2 eritmasining titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlash qayta titrlash usuli bilan amalga oshiriladi. Bu usul quyidagi reaksiyalarga asoslangan:





Qayta titrlash usulining mohiyati shundan iboratki, bunda ortiqcha olingan KMnO_4 ning titrlangan eritmasiga oz miqdorda kislota hamda natriy nitrit eritmasidan aniq hajmda qo'shiladi va kaliy permanganatning ortiqcha miqdori oksalat kislotaning standart eritmasi bilan titrlanadi.

Permanganatometriya usuli klinik analizda keng qo'llaniladi. Bu usul bilan qondagi siydik kislota, qon plazmasidagi kalsiy, kaliy, qand moddasi miqdori, biosuyuqliklardagi oksidlovchi va qaytaruvchilar miqdori aniqlanadi. Shuningdek, sanitariya-gigiyena sohasida ichimlik suvining analizida qo'llaniladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. KMnO_4 eritmasi konsentratsiyasini aniqlash uchun ishlatiladigan 0,0500 mol/l li 500 ml eritma tayyorlash uchun kerak bo'lgan oksalat kislota miqdorini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{eritma}) = 500,00 \text{ ml} = 0,5 \text{ l};$$

$$M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,1 \text{ g/mol};$$

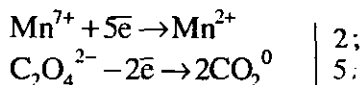
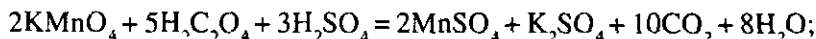
$$M(\text{KMnO}_4) = 158,0 \text{ g/mol};$$

$$c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right) = 0,0500 \text{ mol/l}.$$

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Yechish:

1. Reaksiya tenglamasi yoziladi:



$2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning ekvivalent molyar massasi:

$$M\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\right) = \frac{M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{2} = \frac{126,1}{2} = 63,0 \text{ g/mol};$$

2. 500,00 ml eritmadagi $2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ massasi aniqlanadi:

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{1000};$$

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{63,0 \cdot 0,0500 \cdot 0,5 \text{ g} \cdot \text{mol} \cdot l}{1 \text{ mol} \cdot l} = 1,575 \text{ g}.$$

Javob: $m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1,575 \text{ g}$.

2- masala. 500,0 mlli o'lchov kolbasidagi suvda 0,8 g KMnO_4 eritiladi. 20,00 ml 0,04741 mol/l oksalat kislotasi eritmasini titrlash uchun 18,30 ml KMnO_4 eritmasi sarf bo'ladi. KMnO_4 eritmasi ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Berilgan:

$$m(\text{namuna}) = 0,8 \text{ g};$$

$$V(\text{eritma}) = 500,00 \text{ ml};$$

$$V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 20,00 \text{ ml};$$

$$n(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,0474 \text{ mol/l};$$

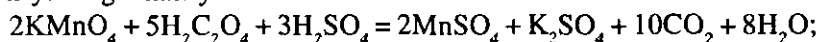
$$V(\text{KMnO}_4) = 18,30 \text{ ml};$$

$$M(\text{KMnO}_4) = 158,00 \text{ g/mol}.$$

$$c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = ? \quad t(\text{KMnO}_4) = ?$$

Yechish:

1. Reaksiya tenglamasi yoziladi:



$$M(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = 31,60 \text{ g/mol}; \quad M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{126,07}{2} = 63,03 \text{ g/mol}.$$

2. Ekvivalentlar qonuniga asosanib, eritmadagi oksidlovchi (kaliy permanganat) ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4);$$

$$c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = \frac{c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{V(\text{KMnO}_4)};$$

$$c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = \frac{0,04741 \cdot 20,00 \text{ mol} \cdot l}{18,30 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,0518 \text{ mol/l}.$$

3. Eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{KMnO}_4) = \frac{c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4) \cdot M(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4)}{1000};$$

$$t(\text{KMnO}_4) = \frac{0,0518 \cdot 31,60}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,001638 \text{ g/ml}.$$

Javob: $c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4) = 0,05181 \text{ mol/l}; t(\text{KMnO}_4) = 0,001638 \text{ g/ml}.$

Vaziyatli masalalar

1. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1020 \text{ mol/l}$ bo'lgan $15,00 \text{ ml}$ oksalat kislotani kislotali muhitda $13,5 \text{ ml}$ KMnO_4 eritmasi sarf bo'ldi. Kaliy permanganatning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Javob: $c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4) = 0,1133 \text{ mol/l}; t(\text{KMnO}_4) = 0,003580 \text{ g/ml}.$

2. Sotuvdagi tibbiy preparat H_2O_2 dan $1,00 \text{ ml}$ olinib, o'lchov kolbasida $100,0 \text{ ml}$ gacha suv bilan suyultiriladi $\tilde{n}(\text{H}_2\text{O}_2) = 1,0 \text{ g/ml}$. Titrlashda suyultirilgan eritmaning har $20,00 \text{ ml}$ iga o'rtacha $16,90 \text{ ml}$ $0,0198 \text{ mol/l}$ KMnO_4 eritmasi sarf bo'ladi. Tibbiy preparatdagi H_2O_2 ning massa ulushini (%) aniqlang.

Javob: $\tilde{u} \text{ } \%(\text{H}_2\text{O}_2) = 2,84\%$

Test savollari

1. Ishqoriy muhitda Mn^{+7} qanday iongacha qaytariladi:

1. $\text{Mn}^{+7} - \text{Mn}^{2+};$ 2. $\text{Mn}^{+7} - \text{Mn}^{+4};$ 3. $\text{Mn}^{+7} - \text{Mn}^{+6}?$

a) 1 va 2; b) 1 va 3; d) 3; e) 1.

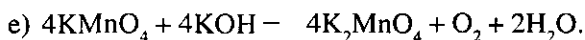
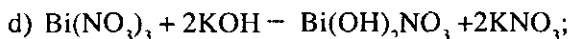
2. Permanganatometriya usulida qanday indikator qo'llaniladi?

a) metilzarg'aldog'i; d) kraxmal;
b) fenolftalein; e) indikator ishlatilmaydi.

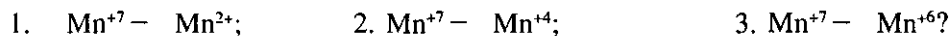
3. Quyidagi reaksiyalar ichida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini ko'rsating:

a) $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O};$

b) $6\text{NaOH} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 - 2\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{Na}_2\text{SO}_4;$



4. Kislotali muhitda Mn^{+7} qanday iongacha qaytariladi:

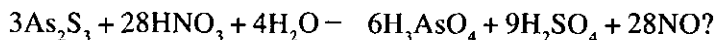


a) 1 va 2; b) 1 va 3; d) 3; e) 1.

5. Turli xil muhitda KMnO_4 ning ekvivalent molyar massasi bir xilmi?

a) ha; b) yo'q; d) past temperaturada; e) yuqori temperaturada.

6. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida qaysi elementning oksidlanish darajasi kamayadi:

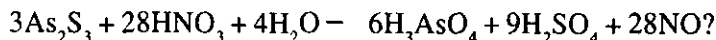


a) S; b) As; d) N; e) H.

7. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida KMnO_4 qanday vazifani bajaradi?

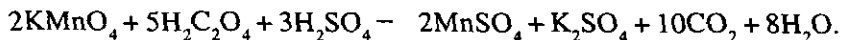
a) oksidlovchi; d) ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi;
b) qaytaruvchi; e) hech qanday vazifani bajarmaydi.

8. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida qaysi elementning oksidlanish darajasi ortadi:



a) As; N; b) As; S; d) S; N; e) As; H.

9. Quyidagi reaksiyada oksalat kislotaning ekvivalent molyar massasini aniqlang:



a) $M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$; b) $M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$; d) $M(\frac{1}{4}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$; e) $M(\frac{1}{3}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$.

10. Kimyoviy reaksiyalarda H_2O_2 qanday xossalarni namoyon qiladi?

a) oksidlovchi; d) ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi;
b) qaytaruvchi; e) hech qanday xossani namoyon qilmaydi.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Kaliy permanganat eritmasi konsentratsiyasini aniqlash

Ishning borishi. Kolbaga 10,00 ml H_2SO_4 eritmasi (1:4), 2,00 ml MnSO_4 ning to'yingan eritmasi (katalizator), 20,00 ml titrlangan oksalat kislota pipetka bilan o'lchab solinadi va kaliy permanganat eritmasi bilan bir tomchidan 30 soniya davomida o'zgarmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi. Natijalar jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalarning o'rta arifmetik qiymati olinadi hamda kaliy permanganat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri hisoblanadi.

i	$V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, ml	$c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, mol/l	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	$c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4)$, mol/l	$t(\text{KMnO}_4)$, g/ml
1					
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblash quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:

$$c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = \frac{c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{V(\text{KMnO}_4)}, \text{ mol/l};$$

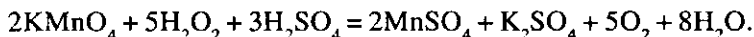
$$t(\text{KMnO}_4) = \frac{c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) \cdot M(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4)}{1000}, \text{ g/ml};$$

bunda, $M(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4)$ – kaliy permanganatning ekvivalent molyar massasi;

$$M(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4) = 31,61 \text{ g/mol}.$$

2- tajriba. Eritmadagi vodorod peroksid massasini nazorat-analitik aniqlash

Vodorod peroksid KMnO_4 bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi va jarayon quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



Ishning borishi. Öitrlash kolbasiga ma'lum hajmda (o'qituvchi nazorat vazifa sifatida beradi) H_2O_2 eritmasi solinadi. 3,0ml H_2SO_4 eritmasidan (1:4) qo'shiladi va KMnO_4

eritmasi bilan pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi. Bir-biriga yaqin natijalar jadvalga yozilib, o'rta arifmetik qiymati hisoblanadi.

1	$V(\text{H}_2\text{O}_2)$, ml	$c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4)$, mol/l	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	$m(\text{H}_2\text{O}_2)$, g
1				
2				
3				
O'rtacha qiymati				

Hisoblash quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2) \cdot V(\text{KMnO}_4) \cdot c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4)}{1000};$$

bu yerda: $c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4)$ – KMnO_4 eritmasi ekvivalentining molyar konsentratsiyasi;

$M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2)$ – H_2O_2 ning ekvivalent molyar massasi; $M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2)$ – 17g/mol.

3- tajriba. Natriy nitrit eritmasi ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash (qayta titrlash)

Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga 25,00–30,00 ml KMnO_4 eritmasi solinadi, 10,00–15,00 ml 20% li sulfat kislota eritmasi va 20,00 ml natriy nitrit eritmasi qo'shiladi.

Kolba qopqog'ini yopib, ehtiyotlik bilan yaxshilab aralashtiriladi va reaksiyani oxiriga yetkazish uchun 10–15 daqiqa kutib turiladi. So'ngra eritma 70–80° C gacha isitiladi va kaliy permanganatning rangi bir tomondan butunlay yo'qolib ketguncha oksalat kislota eritmasi bilan titrlanadi. Tajriba yana 2 marta takrorlanadi, natijalar jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalarning o'rta arifmetik qiymati olinadi hamda natriy nitrit eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri aniqlanadi.

1	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	$c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4)$, mol/l	$V(\text{NaNO}_2)$, ml	$c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, mol/l	$c(\text{NaNO}_2)$, mol/l	$t(\text{NaNO}_2)$, g/ml	$x(\text{H}_2\text{O})$
1							
2							
3							
O'rtacha qiymati							

$$c\left(\frac{1}{2} \text{NaNO}_2\right) = \frac{[V(\text{KMnO}_4) \cdot c\left(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4\right)] - [V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right)]}{V(\text{NaNO}_2)} \frac{\text{mol}}{l};$$

$$\rho(\text{NaNO}_2) = \frac{c\left(\frac{1}{2} \text{NaNO}_2\right) \cdot M\left(\frac{1}{2} \text{NaNO}_2\right)}{1000}, \text{ g/ml.}$$

2.9. Oksidlanish-qaytarilish usuli bilan titrlash.

Yodometriya usuli

Mashg'ulotning maqsadi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonunlarini bilgan holda, yodometriya usuli bilan biologik obyektlarda qaytaruvchilar hamda oksidlovchilar miqdorini, dorivor preparatlar miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Titrlashning oksidlanish-qaytarilish usuli klinik analizda, dorivor preparatlarni analiz qilishda, sanitariya-gigiyenada keng qo'llaniladi.

Yodometrik titrlash usuli bilan qaytaruvchilar hamda oksidlovchilar miqdorini aniqlash mumkin, bu esa titrimetrik analizda undan keng foydalanish imkonini beradi. Bu usul bilan eritmalaridagi aldegid va keton guruhlarni, atseton, xinon, antipirin, vodorod peroksid, suvdagi erkin xlor, mis (II) nitritlar va boshqalarni aniqlash mumkin. Moylardagi yod sonini aniqlash yog'larning oziq-ovqatga yaroqliligini baholashda katta ahamiyatga ega.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonunlari.
2. Elektron balans usulida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzish.

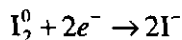
Darsda ko'riladigan savollar:

1. Yodometriya usulining nazariy asoslari:
 - 1.1. Yodometriya usuli bilan qaytaruvchilarning miqdorini aniqlash;
 - 1.2. Yodometriya usuli bilan oksidlovchilarning miqdorini aniqlash.
2. Yodometriya usulining tibbiyotdagi ahamiyati.
3. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Yodometrik titrlash usuli

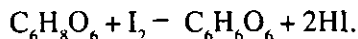
Bu usul erkin yod I_2 ning ion I^- holdagi yodgacha qaytarilishi bilan bog'liq bo'lgan oksidlanish jarayoniga asoslangan:



yoki I^- ionlarining I_2 gacha oksidlanishi: $\text{I}^- + 2e^- \rightarrow 2\text{I}_2^0$.

Yodometriya usulida erkin yod nisbatan kuchsiz oksidlovchi, anioni I^- esa kuchli qaytaruvchidir. Titrimetrik analizda yod eritmasidan, qaytaruvchilarning miqdorini aniqlashda va I^- eritmasidan, oksidlovchilar miqdorini aniqlashda foydalaniladi. I_2 eritmasi kraxmal ishtirokida ko'k rangga bo'yaladi. Biror qaytaruvchi eritmasi yod eritmasi bilan titrlansa, reaksiya tugaganda (ekivalent nuqtada), ortiqcha yod tomchisidan eritma ko'k rangga kiradi. Agar yod eritmasiga kraxmal ishtirokida qaytaruvchi eritmasi qo'shilsa, reaksiya tugaganda eritmaning ko'k rangi yo'qoladi.

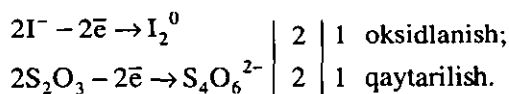
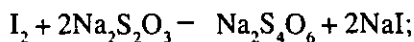
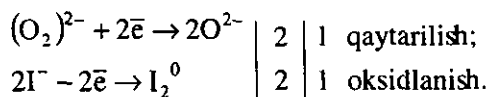
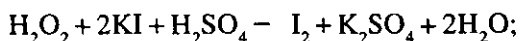
Qaytaruvchilar miqdori yod eritmasi bilan *to'g'ri titrlash* yoki *qayta titrlash* usuli orqali aniqlanadi. Masalan, I_2 eritmasidan foydalanib, quyidagi reaksiya asosida askorbin kislotasi (qaytaruvchi) miqdorini aniqlash mumkin:



Qaytaruvchining miqdori *qayta titrlash usuli* orqali aniqlanganda tekshirilayotgan eritmaga ortiqcha miqdorda titrlangan yod eritmasi qo'shiladi. Aniqlanayotgan modda bilan yodning ekvivalent miqdori reaksiyaga kirishadi. Yodning ortiqcha qismi ishchi eritma – natriy tiosulfat bilan titrlanib aniqlanadi. Shunday qilib, yodning umumiy va reaksiyaga kirishmagan qismlarini bilgan holda, tekshirilayotgan moddaga ekvivalent bo'lgan yod miqdori hisoblanadi.

Oksidlovchilar miqdori o'rin almashinish usuli bilan aniqlanadi. Bunda kislotali muhitda oksidlovchi eritmasiga ortiqcha kaliy yod eritmasi qo'shiladi.

Oksidlovchilarning KI ga ta'siri natijasida ekvivalent miqdorda molekular yod ajralib chiqadi. Masalan, yod standartlangan natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi:



Shunday qilib, oksidlovchining miqdori ajralib chiqqan I_2 miqdoriga ekvivalent bo'lgan $Na_2S_2O_3$ hajmiga ko'ra hisoblanadi. Bu usulda kraxmal – indikator, u yod bilan to'q ko'k rangli adsorbsion kompleks – oraliq birikma hosil qiladi.

Yodometriya usulida titrlash natijalarining aniqlik darajasi yuqori bo'lgani uchun, bu usul klinik analizda keng qo'llaniladi. Yodometriya usuli bilan qondagi qand, peroksidaza fermenti miqdori, sanitariya-gigiyenik analizda xlorli ohak tarkibidagi faol xlor, suvdagi qoldiq xlor miqdori aniqlanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1-masala. Margimush (III) oksid As_2O_3 miqdorini aniqlash yodometrik titrlash usuli bilan bajariladi. Bu preparat teri kasalliklarini davolashda va stomatologiyada nekrotik vosita sifatida qo'llaniladi. Kamqonlik, darmonsizlik, asab charchaganda ichishga buyuriladi.

1,40 g preparatni 250,00 ml li o'lchov kolbasidagi suvda eritishdan hosil bo'lgan As_2O_3 massa ulushini (%) aniqlang. Hosil bo'lgan eritmaning 25,00 ml ni oksidlash uchun o'rtacha 24,40 ml 0,0980 mol/l I_2 eritmasi sarf bo'lgan.

Berilgan:

$$m(\text{preparat}) = 1,40 \text{ g};$$

$$V(\text{eritma}) = 250,00 \text{ ml};$$

$$V(As_2O_3) = 25,00 \text{ ml};$$

$$V(I_2) = 24,40 \text{ ml};$$

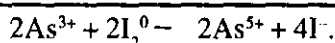
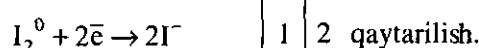
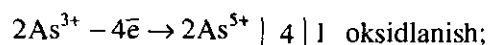
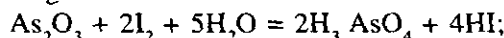
$$c(\frac{1}{2}I_2) = 0,0980 \text{ mol/l};$$

$$M(As_2O_3) = 197,8 \text{ g/mol}.$$

$$\text{ù } \% (As_2O_3) = ?$$

Yechish:

Reaksiyaning borish tenglamasi:



Bunda margimush angidrid ekvivalent molyar massasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$M(\frac{1}{4}As_2O_3) = \frac{M(As_2O_3)}{4} = \frac{197,82}{4} = 49,46 \text{ g/mol}.$$

Yodning ekvivalent molyar massasi:

$$M(\frac{1}{2}I_2) = \frac{M(I_2)}{2} = \frac{253,8}{2} = 126,9 \text{ g/mol}.$$

Ekvivalentlar qonuniga asosan, As_2O_3 ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\frac{1}{4}As_2O_3) \cdot V(As_2O_3) = c(\frac{1}{2}I_2) \cdot V(I_2);$$

$$c(\frac{1}{4}As_2O_3) = \frac{c(\frac{1}{2}I_2) \cdot V(I_2)}{V(As_2O_3)} = \frac{0,0980 \cdot 24,40 \text{ mol} \cdot \text{ml}}{25,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,09565 \text{ mol/l}.$$

Eritmaning titri aniqlanadi:

$$t\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right) = \frac{c\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right) \cdot M\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right)}{1000} = \frac{0,09565 \cdot 49,46}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{mol} \cdot \text{ml}} = 0,004731 \text{ g/ml}.$$

250,00 ml eritmadagi As_2O_3 ning massasi aniqlanadi:

$$m(\text{As}_2\text{O}_3) = t(\text{As}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{eritma}) = 0,00731 \cdot 250,0 \frac{\text{g} \cdot \text{ml}}{\text{ml}} = 1,1827 \text{ g}.$$

Preparatdagi As_2O_3 massa ulushi (%) aniqlanadi:

$$\omega\%(\text{As}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{As}_2\text{O}_3)}{m(\text{prepar.})} \cdot 100\% = \frac{1,1827 \cdot 100}{1,40} \frac{\text{g} \cdot \%}{\text{g}} = 84,48\%.$$

Javob: $\omega\%(\text{As}_2\text{O}_3) \approx 84,48\%$.

2-masala. H_2O_2 dezinfeksiyalovchi vosita sifatida yaralarni yuvish va chayish uchun ishlatiladi. Uning 20,00 ml ni titrlash uchun o'rtacha 19,00 ml 0,01800 mol/l kaliy yodid eritmasi sarf bo'lgan. H_2O_2 eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{KI}) = 19,00 \text{ ml};$$

$$c(\text{KI}) = 0,0180 \text{ mol/l};$$

$$V(\text{H}_2\text{O}_2) = 20,00 \text{ ml};$$

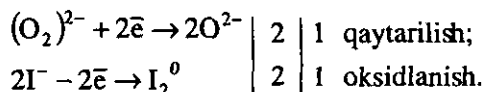
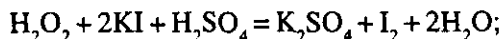
$$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248,21 \text{ g/mol};$$

$$\omega\%(\text{H}_2\text{O}_2) = ? \quad c(1/2\text{H}_2\text{O}_2) = ?$$

Yechish:

Reaksiyaning borish tenglamasi:



Bundan vodorod peroksid ekvivalent molyar massasi:

$$M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2\right) = \frac{M(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} = \frac{34}{2} = 17 \text{ g/mol}.$$

1. Ekvivalentlar qonuniga muvofiq, H_2O_2 ekvivalent molyar konsentratsiyasi topiladi:

$$c\left(\frac{1}{2}H_2O_2\right) \cdot V(H_2O_2) = c(KI) \cdot V(KI);$$

$$c\left(\frac{1}{2}H_2O_2\right) = \frac{0,0180 \cdot 19,00 \text{ mol} \cdot \text{ml}}{20,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 1,71 \text{ mol/l}.$$

2. H_2O_2 eritmasining titri topiladi:

$$\rho(H_2O_2) = \frac{c\left(\frac{1}{2}H_2O_2\right) \cdot M\left(\frac{1}{2}H_2O_2\right)}{1000} = \frac{0,0171 \cdot 17,0 \text{ mol} \cdot \text{g}}{1000 \text{ ml} \cdot \text{mol}} = 0,0002907 \text{ g/ml}.$$

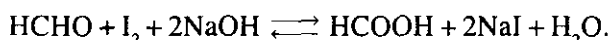
Javob: $c\left(\frac{1}{2}H_2O_2\right) = 0,0171 \text{ mol/l}$; $\rho(H_2O_2) = 0,0002907 \text{ g/ml}$.

Vaziyatli masalalar

1. Yodning 5% (massa jihatdan) suv-spirtli eritmasi antiseptik vosita sifatida qo'llaniladi. $Na_2S_2O_3$ ning standartlangan eritmasi bilan miqdoriy analiz qilinadigan bu eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlang ($\bar{n} = 1,00 \text{ g/ml}$).

Javob: $c\left(\frac{1}{2}I_2\right) = 0,3932 \text{ mol/l}$.

2. Formaldegid miqdorini aniqlash uni yodning ishqoriy eritmasi bilan chumoli kislotagacha oksidlashga asoslangan:



Aniqlash qoldiq yodning natriy tiosulfat bilan qayta titrlash usulida bajariladi. Agar formaldegiddan 2,00 ml olib, 100,00 ml li kolbada suyultirilsa va hosil bo'lgan eritmaning 10,00 ml iga 40,00 ml 0,01940 mol/l I_2 eritmasi qo'shilgan bo'lsa, uning formalindagi massa ulushini aniqlang. Yod qoldig'ini titrlash uchun 16,00 ml 0,01980 mol/l $Na_2S_2O_3$ eritmasi ($\bar{n} = 1,00 \text{ g/ml}$) sarf bo'lgan.

Javob: $\bar{n} \% (HCHO) = 1,72 \%$.

Test savollari

1. Yodometrik titrlash usulida qanday indikator qo'llanadi?

- a) lakmus; b) metilzarg'aldog'i; d) metil qizili; e) kraxmal.

2. To'g'ri titrlash usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?

- a) oksidlovchilarning; d) oksidlovchi va qaytaruvchilarning;
b) qaytaruvchilarning; e) to'g'ri javob yo'q.

3. O'rin almashinish usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?

- a) oksidlovchilarning; d) oksidlovchi va qaytaruvchilarning;
b) qaytaruvchilarning; e) to'g'ri javob yo'q.

4. Qayta titrlash usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?

- a) kislotalarning; d) keton va aldegidlarning;
b) asoslarning; e) to'g'ri javob yo'q.

5. Yod qaysi organda to'planadi?

- a) suyakda; d) qalqonsimon bezda;
b) jigarda; e) me'da osti bezida.

6. Tibbiyotda yodning necha foizli eritmasi ishlatiladi?

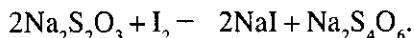
- a) 2%; b) 5%; d) 10%; e) 8%.

7. Molekular yod kimyoviy reaksiyalarda qanday funksiyani bajaradi?

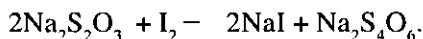
- a) oksidlovchi; d) kuchsiz oksidlovchi;
b) qaytaruvchi; e) kuchsiz qaytaruvchi.

8. Yod ioni kimyoviy reaksiyalarda qanday funksiyani bajaradi?

- a) oksidlovchi; d) kuchsiz oksidlovchi;
b) qaytaruvchi; e) kuchsiz qaytaruvchi.

9. Quyidagi reaksiyada $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning ekvivalent molyar massasini ko'rsating:

- a) $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$; d) $M(\frac{1}{3}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$;
b) $M(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$; e) $M(\frac{1}{5}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$.

10. Quyidagi reaksiyada I_2 ning ekvivalent molyar massasini aniqlang:

- a) $M(\text{I}_2)$; b) $M(\frac{1}{2}\text{I}_2)$; d) $M(\frac{1}{3}\text{I}_2)$; e) $M(\frac{1}{5}\text{I}_2)$.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Yod eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi
va titrini aniqlash

Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga 20,00 ml standartlangan natriy tiosulfat solinadi va 1,0 ml kraxmal ishtirokida och ko'k rang hosil bo'lguncha yod eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi. Natijalar jadvalga yoziladi. O'rta arifmetik qiymati olinib, hisoblash bajariladi.

1	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3),$ ml	$V(\text{I}_2),$ ml	$c(\frac{1}{2}\text{I}_2),$ mol/l	$t(\text{I}_2),$ g/ml	Indikator
1					Kraxmal
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblash quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:

$$c(\frac{1}{2}\text{I}_2) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V(\text{I}_2)}; \text{mol/l};$$

$$t = \frac{c(\frac{1}{2}\text{I}_2) \cdot M(\frac{1}{2}\text{I}_2)}{1000}; \text{g/ml}.$$

Yodning suvli-spirтли eritmasi tibbiyotda antiseptik vosita sifatida ishlatiladi. I_2 ning suvli-spirтли eritmasi KI ishtirokida tayyorlanadi: $\text{I}_2 + \text{KI} = \text{KI}_3$ hosil bo'ladi.

2- tajriba. Suvli eritmalarida askorbin kislota massasini aniqlash
(nazorat-analitik aniqlash)

Ishning borishi: Titrlash kolbasiga askorbin kislota eritmasidan ma'lum hajmda (analitik vazifa tariqasida beriladi) solinadi va 1,0 ml kraxmal eritmasi qo'shib, ko'k rang hosil bo'lguncha bir tomchidan yod eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi. Tajriba natijalari jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin (hadlar) natijalardan o'rtacha arifmetik qiymatlar olinib, hisoblanadi.

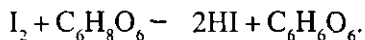
Natijalar jadvalga yoziladi.

1	$V(C_6H_8O_6)$, ml	$V(\text{kraxmal})$, ml	$V(I_2)$, ml	$m(C_6H_8O_6)$, g	Indikator
1					Kraxmal
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblash quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:

$$m(C_6H_8O_6) = \frac{c(\frac{1}{2}I_2) \cdot V(I_2) \cdot M(\frac{1}{2}C_6H_8O_6)}{1000}; g$$

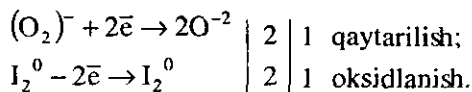
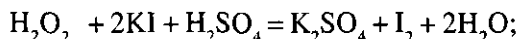
Askorbin kislota miqdorini aniqlash uning qaytaruvchi xossasiga asoslangan. Yod askorbin kislota ta'sirida rangsizlanadi:



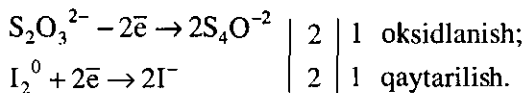
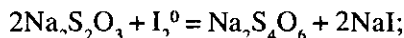
Yangi sabzavotlardan: shovul, karam, lavlagi, kartoshka; mevalardan: olma, qora smorodina, na'matak, qora qand va boshqalar C vitaminiga boy. Yana C vitamini qichitqi o't va igna barglilarda ko'p bo'ladi. Bu vitamin qon ivishini tezlashtiradi va organizmning infeksiyalarga qarshiligini oshiradi.

3- tajriba. Eritmadagi vodorod peroksid massasini nazorat-analitik aniqlash (o'rin almashish usuli)

Vodorod peroksid massasini o'rin almashish usulida aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Reaksiya natijasida ajralib chiqqan yod natriy tiosulfat bilan titrlab olinadi:



Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga ma'lum hajmda (o'qituvchi nazorat-analitik vazifa tariqasida beradi) vodorod peroksid solinadi, 3,0 ml (H_2SO_4) $c(H_2SO_4)=4,0\text{mol/l}$,

5,0 ml 5% li KI va 3 tomchi 30% li ammoniy molibdat (katalizator) qo'shiladi. Reaksiya to'liq tugallanishi uchun qorong'i joyda 10 daqiqa qoldiriladi, so'ngra ajralib chiqqan yod kraxmal ishtirokida standartlangan natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlab olinadi. Eritma sariq somon rangga kirganda kraxmal qo'shiladi. Hosil bo'lgan ko'k rang bir tomchi natriy tiosulfatdan rangsizlanishi kerak. Titrlash yana 2 marta qaytariladi. Tajriba natijalari jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalarning o'rta arifmetik qiymati olinib, tekshirilayotgan eritmadagi vodorod peroksid massasi hisoblanadi:

1	$V(\text{H}_2\text{O}_2)$, ml	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, ml	$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, mol/l	$m(\text{H}_2\text{O}_2)$, g	Indikator
1					Kraxmal
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblash quyidagi tenglamalar bo'yicha olib boriladi:

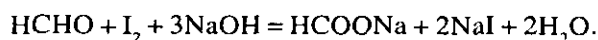
$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2\right)}{1000}, \text{ g};$$

bunda: $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining molyar konsentratsiyasi; $M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2\right)$ – H_2O_2 molyar ekvivalent massasi; $M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2\right) = 17,0 \text{ g/mol}$.

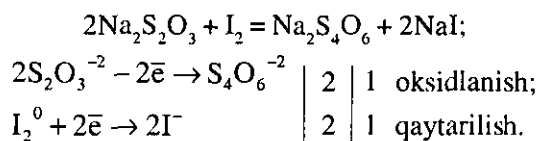
Vodorod peroksid eritmasi tibbiyotda shilliq pardalar yallig'lanishida chayish va surtish (stomatit, angina) hamda yiringli yaralarni davolashda keng ishlatiladi. Teri kasalliklarida vodorod peroksiddan dezinfeksiyalovchi vosita sifatida foydalaniladi.

4- tajriba. Eritmadagi formaldegidning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash (teskari titrlash)

Eritmadagi formaldegidni yodometriya usulida aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Tekshirilayotgan modda eritmasiga avvaldan ortiqcha olingan yod eritmasidan aniq hajmda qo'shiladi, so'ngra qoldiq yod standartlangan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan titrlanadi:



Tenglamadan ko'rinadiki, I_2 ning ekvivalent molyar massasi:

$$M\left(\frac{1}{2}I_2\right) = \frac{M(I_2)}{2} = 127 \text{ g/mol ga teng.}$$

Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga 5,00 ml formaldegid eritmasi o'lehab solinadi, 20,00 ml yod eritmasi (titrlangan) qo'shiladi va somon-sariq rang hosil bo'lguncha 2,0000 mol/l konsentratsiyali NaOH eritmasi tomchilab qo'shiladi. Kolba shisha bilan yopilib, 4–5 daqiqa qorong'i joyda saqlanadi. Eritmaga 2,0000 mol/l konsentratsiyali 3 ml HCl qo'shiladi va aralashma och sariq rangga kimguncha natriy tiosulfatning standartlangan eritmasi bilan titrlanadi; 1 ml kraxmal qo'shiladi, bunda eritma ko'k rangga bo'yaladi va shu rang yo'qolguncha bir tomchidan titrlash davom ettiriladi. Titrlashga sarf bo'lgan natriy tiosulfat eritmasining aniq hajmi belgilanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi, natijalar jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalarning o'rtar arifmetik qiymati olinib, hisoblanadi:

1	$V(CH_2O)$, ml	$c\left(\frac{1}{2}I_2\right)$, mol/l	$c(Na_2S_2O_3)$, mol/l	$c(CH_2O)$, mol/l	$t(CH_2O)$, g/ml	Indikator
1						Kraxmal
2						
3						
O'rtacha qiymati						

Formaldegidning ekvivalent molyar konsentratsiyasi quyidagicha topiladi:

$$c(CH_2O) = \frac{V(I_2) \cdot c\left(\frac{1}{2}I_2\right) \cdot V(Na_2S_2O_3)}{V(CH_2O)}, \text{ mol/l;}$$

$$t(CH_2O) = \frac{c(CH_2O) \cdot M\left(\frac{1}{2}CH_2O\right)}{1000}, \text{ g/ml.}$$

Formaldegid tibbiyotda dori moddalar olishda boshlang'ich mahsulot sifatida ishlatiladi. Uning 40% li eritmasi *formalin* deb ataladi. Formalin oqsilga ta'sir etib, uni suvda erimaydigan qiladi va chirishdan saqlaydi. Shuning uchun formalin anatomik preparatlarni konservatsiyalashda ishlatiladi.

Formalin, shuningdek, qo'l yuvishda dezinfeksiyalovchi vosita sifatida, ko'p terlashda (0,5–1% li eritmasi), asbob-anjomlarni dezinfeksiyalashda, klizma uchun (1 : 2000–1 : 3000 eritmali) ishlatiladi.

III BOB BIOGEN ELEMENTLAR

3.1. Biogen elementlar kimyosi

Mashg'ulotning maqsadi. Talabalarni biogen elementlar kimyosi va sifat analizi asoslari bilan tanishtirish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Bionoorganik kimyoning biogen elementlar bo'limi kimyoviy elementlarning biologik jarayonlardagi ahamiyati va vazifalarini o'rganadi.

Odam organizmida juda ko'p kimyoviy birikmalar sintezlanadi. Bu birikmalarning bir qismi energiya manbai bo'lib, organizmning o'sishi va rivojlanishini ta'minlaydi, qolgan qismi esa chiqindi sifatida organizmdan chiqib ketadi.

6 ta element – uglerod, kislorod, vodorod, azot, oltingugurt va fosfor organizmning hayotiy faoliyati jarayonida modda almashinuvida (metabolizmida) qatnashadi. Bulardan tashqari, ko'pchilik elementlar – kremniy, vanadiy, marganes, kobalt, nikel, mis, molibden, yod, brom, rux va boshqalar organizmida ma'lum funksiyani bajaradi. Tirik organizm asosan 78 ta elementdan tashkil topadi, jumladan, odam organizmining 90% ini biogen elementlar tashkil etadi.

Ko'pgina *s*- va *d*-elementlar hayotiy muhim va fiziologik faol biogen elementlardir. Shuningdek, ko'pgina I, II guruh *s*-elementlari va ba'zi *d*- va *p*-elementlar, asosan, temir guruhchasi elementlarining dorivor preparatlari mavjud.

Moddalarning tarkibiy qismlarini aniqlashda sifat analizi katta ahamiyat kasb etadi. Sifat analizining asosiy maqsadi ayni moddaning sifat tarkibini aniqlash, ya'ni modda tarkibiga kiruvchi ionlar yoki organik moddalar tarkibidagi ayrim funksional guruhlarni aniqlashdan iborat. Sifat analizi tibbiyot amaliyotida biologik obyektlarni tekshirishda keng qo'llaniladi. Masalan, organizmdagi biologik suyuqliklar, oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibini aniqlashda ham sifat analizi usullaridan foydalaniladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elementlar xossalari D.I. Mendeleyev davriy jadvalida joylashishiga ko'ra o'zgarish qonuniyatlari;
2. Atomlarning elektron tuzilishi;
3. Molekulalardagi kimyoviy bog'lanish turlari;
4. Kimyoviy reaksiyalarning molekular va ionli tenglamalarini tuzish.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Biogen elementlar kimyosi – kimyoviy elementlarning tirik organizmdagi biologik rolini o'rganishning asosi.
2. Biologik muhim *s*-elementlar.
3. Biologik muhim *d*-elementlar.
4. Biologik muhim *p*-elementlar.
5. *s*-elementlarning kimyoviy xossalari.
6. *d*-elementlarning kimyoviy xossalari.
7. *p*-elementlarning kimyoviy xossalari.
8. Tibbiyotda *s*-, *p*- va *d*-elementlar birikmalarining qo'llanishi.
9. Sifat analizi asoslari.
10. *s*-, *p*- va *d*-elementlar ionlariga sifat reaksiyalari.
11. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Tirik organizmning normal hayotiy faoliyati uchun zarur bo'lgan va ularning tanqisligi ba'zi patologik holatlarga olib keladigan, organik va noorganik birikmalar asosini tashkil etuvchi elementlar *biogen elementlar* deyiladi. Organizmda biogen elementlar ishtirokida boradigan reaksiyalarni *bionoorganik kimyo* fani o'rganadi. Elementlarning biologik ahamiyati ularning fizik-kimyoviy xossalari bilan belgilanadi.

Biogen elementlar tirik organizm hayotiy jarayonlaridagi ahamiyatiga ko'ra, 3 guruhga bo'linadi:

1. Tirik organizmlarning asosini tashkil qiladigan va ularning yetishmasligi patologik holatlarni keltirib chiqaradigan elementlar. Ularga: H, O, N, C, P, S, F, Cl, I, Se, Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Cr, V, Cu, Zn, Mo, Ti, B, Si kiradi.
2. Biogen bo'lmagan, ammo dorivor preparatlar tarkibiga kiradigan elementlar. Ularga Ag, Au, Al, Pb, Sb, Bi, Pt kiradi.
3. Hozirgi kunda dorivor preparatlar tarkibiga kirmaydigan va ahamiyati oxirigacha o'rganilmagan elementlar.

Odam organizmidagi turli organlar ba'zi elementlarni o'zida tutib qolib, ma'lum miqdorda to'playdi va shu organ faoliyati uchun bu elementlar ahamiyatga ega bo'ladi. Organizmda bu elementlar miqdorining kamayishi patologik holatni keltirib chiqaradi. Shuning uchun bu elementlarni organizmga kiritish (yoki chiqarib yuborish) tibbiyot ilmining muhim masalalaridan hisoblanadi.

Hozirgi kunda 110 dan ortiq kimyoviy element ma'lum bo'lib, ulardan 92 tasi tabiatda uchraydi. Yarmidan ko'pi esa biologik sistemalar tarkibiga kiradi. 18 ta element organizmdagi biologik muhim funksiyalarni bajaradi. Ulardan 6 tasi (H, C, O, P, S, N) oqsillar, nuklein kislotalar tarkibiga kiradi. Qolgan 12 ta element (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Mo, Cl, I) organizm hayot faoliyatida ishtirok etadi. Ular tarkibidagi 10 ta

metall *biometallar* deb ataladi. Bu elementlar bir-biridan atom tuzilishi, kimyoviy xossalari va organizmdagi miqdorlari bilan farqlanadi.

O'simlik va hayvon organizmlari atrof-muhitdan turli elementlarni o'zlashtiradi va o'zida to'playdi.

Kimyoviy elementlarning organizmdagi miqdori turlicha bo'lishiga quyidagi omillar ta'sir etadi:

- yer qobig'ida elementning tarqalganligi;
- tabiatdagi birikmalarining agregat holati;
- ularning suvda eruvchanligi.

Tirik organizmda tabiatda ko'p uchraydigan elementlar (kislorod, uglerod, vodorod, azot, kalsiy, magniy, natriy, fosfor, oltingugurt, xlor) ko'p miqdorda bo'ladi.

Biogen elementlarning tasniflanishi quyidagi xususiyatlariga ko'ra olib boriladi: elektron tuzilishiga ko'ra:

- biogen *s*-elementlar: Li, Na, K, Mg, Ca va boshqalar;
- biogen *p*-elementlar: O, C, S, Cl, P va boshqalar;
- biogen *d*-elementlar: Mn, Fe, Zn, Co, Cu, Ni, Cr, Mo va boshqalar.

Bu elementlarning organizmdagi miqdoriga ko'ra:

– *makrobiogen elementlar* – organizmdagi umumiy miqdori 0,01% va undan ko'p bo'lgan elementlar. Ularga O, C, H, N, S, P, Ca, Na, K, Mg va boshqalar kiradi;

– *mikrobiogen elementlar* – organizmdagi umumiy miqdori 10^{-3} – 10^{-5} % bo'lgan elementlar. Ularga Mn, Co, Cu, Mo, Zn, F, I va boshqalar kiradi;

– *ultramikrobiogen elementlar* – organizmdagi umumiy miqdori 10^{-5} % dan kam bo'lgan elementlar. Ularga Au, Se, Bi, Hg va boshqalar kiradi.

Biogen elementlar tirik organizmda bajaradigan funksiyasi, ahamiyati bo'yicha quyidagi 3 guruhga bo'linadi:

– organizm hayot faoliyatida muhim rol o'ynaydigan hayotiy zarur elementlar. Ularning organizmda yetishmasligi turli patologik holatlarga olib keladi. Bularga ko'pchilik makrobiogen va ba'zi mikrobiogen elementlar kiradi. Masalan: Na, K, Mg, Ca, Co, Cu, Fe, Zn va boshqalar;

– organizm hayot faoliyatida *ahamiyatga ega bo'lishi mumkin* bo'lgan elementlar. Ularga organizm biologik sistemalarida mavjud bo'lib, ishtiroki, ahamiyati oxirigacha o'rganilmagan elementlar kiradi. Masalan: Cr, Ni, Cd va boshqalar;

– *biologik faoliyati aniqlanmagan* elementlarga shu kungacha to'qimalarda uchrashi mumkin bo'lgan, ammo faoliyati o'rganilmagan elementlar kiradi. Masalan: Tl, In, La, Te, W va boshqalar.

3.2. Biologik muhim *s*-elementlar

Natriy va kaliy I guruhning biogen *s*-elementlari bo'lib, organizmning normal faoliyati uchun juda muhim hisoblanadi. Ular odamning barcha organlarida mavjud. Bu elementlar

makroelementlardir. Natriy ion ko'rinishida turli biomolekulalar tarkibiga kiradi. Odam organizmida uning miqdori 0,25% ni tashkil etadi. Natriyga 1 sutkada bo'lgan talab 4–7 g ni tashkil etadi. Natriyning qondagi miqdori 0,32% ni tashkil qiladi. Uning ionlari organizmda suvni bir me'yorda ushlab turishga yordam beradi. U Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , ionlari bilan birga nerv impulslari o'zlashtirilishida va mushaklarning normal holatini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Kaliy ioni hujayraning ichki suyuqliklari tarkibiga, natriy ioni esa hujayralararo suyuqlik tarkibiga kiradi. Qattiq kuyish oqibatida kelib chiqadigan shok holatlarida K^+ ionlarining shu suyuqliklarda yetishmasligi kuzatiladi. Kaliy ionlari yurak va miyaning normal hayot faoliyati uchun zarurdir. Na^+ ionlari fosfat kislota birikmalari va organik kislotalar o'rtasidagi kislota-asosli muvozanatni saqlaydi. Kaliy ioni piruvatkinaza fermenti bilan birga fosfoenolpiruvatni enolpiruvatga aylantirishda ishtirok etadi. Bu organizm uchun eng muhim bo'lgan jarayonlardan birining oxirgi reaksiyasi hisoblanadi. Organizmga Na^+ va K^+ ionlari sabzavot va mevalar bilan kiradi.

II guruh biogen s-elementlari – Mg va Ca makroelementlaridir.

Magniy ionlari 15 dan ortiq fermentni faollaydi. Bu element ATF ning AMF ga o'tishida qatnashadi. Mg organizmga antiseptik va qon tomirlarini kengaytiruvchi ta'sir etadi, qon bosimini pasaytiradi, o'simliklarda xlorofill tarkibining 2% ini tashkil etadi.

Magniy ionlari ribosomalar tarkibiga kirib, ularda oqsil molekulasini bog'lovchi ko'priqcha vazifasini bajaradi. Magniyning zarur miqdorini organizm meva va sabzavotlardan oladi. Mg asosan o'rik, shaftoli, gulkaram, karam, kartoshka, pomidor tarkibida bo'ladi. Organizm oziq-ovqatlardagi magniy ionining faqatgina 40% ini o'zlashtiradi. O'zlashtirilgan magniy ionlari jigarda to'planib, keyin mushak va suyaklarga o'tadi. U uglevodlar almashinuvini yaxshilaydi, suyaklar uchun Ca bilan birga muhim element hisoblanadi. Kalsiy-magniyli muvozanat buzilganda barcha magniy suyak va mushaklarga o'tib, kalsiyni siqib chiqaradi va magniyli raxit kelib chiqadi. Magniy miya faoliyatida ham katta ahamiyatga ega. Bu ion ta'sirida nerv impulslarini o'tkazish jarayonlari, mushaklar qisqaruvi kuzatiladi.

Kalsiy o'ta zarur hayotiy elementdir. U organizmida ion ko'rinishida oqsillar va lipidlar bilan bog'langan holda bo'ladi. Kalsiy organizmga o'simlik ozuqalari va sut orqali tushadi. Odam organizmining 2% ini tashkil etadi. Uning asosiy qismi suyak va tish to'qimalarida fosfatlar, karbonatlar, ftoridlar shaklida bo'ladi.

To'qimalarda kalsiyning konsentratsiyasi oz bo'ladi.

Normal holdagi odam organizmida kalsiy 9–11 mg · % miqdorida bo'ladi. Bu miqdorning kamayishi asab sistemasining qo'zg'aluvchanligini oshiradi. Ionlashgan kalsiy qon ivishi hamda muskullarning qisqaruvi va bo'shashuvida ishtirok etadi. Uning sintezi D vitamini bog'liq. D vitamini organizmida kalsiy almashinuvini boshqaradi. Odam organizmiga tushgan kalsiy ichaklarning shilliq qavatida saqlanadigan maxsus oqsil moddasi bilan bog'lanadi va organizmida tutib qolinadi. O'z navbatida, bu oqsilning sintezlanishi D vitamini miqdoriga bog'liq bo'lib, uning organizmida kamayishi bu oqsilning sintezlanishi va kalsiy ionining o'zlashtirilishini qiyinlashtiradi, oqibatda, raxitni keltirib chiqaradi.

Ca^{2+} ionlari qator ishqoriy-yer metallar, masalan, stronsiy bilan almashinishi mumkin. Bu holda kasbiy kasalliklar kelib chiqadi.

Organizmدا kalsiy miqdori ortib ketsa, u toksik ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ba'zi kalsiy almashinuvi buzilgan jarayonlarda glaukoma, ateroskleroz, siydik tosh kasalliklari, podagra kelib chiqadi.

3.3. Biologik muhim *d*-elementlar

d-elementlar fiziologik faol elementlardir. Ular hayotiy zarur elementlar hisoblanib, qon hosil bo'lishi kabi muhim jarayonlarda ishtirok etadi. Ular ko'pgina fermentlar tarkibiga kiradi, tirik hujayraning bioredoks jarayonlarida ishtirok etadi. Biogen *d*-elementlar ichida o'zgaruvchan elementlar, ya'ni *d* pog'onachasi to'lmagan elementlar katta ahamiyatga ega. Ularga Cu, Zn, Mn, Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Mo va boshqalar kiradi.

Mis I guruh biogen *d*-elementidir. U organizm faoliyatida muhim ahamiyatga ega. Uning fiziologik deposi jigar, suyak va bosh miya hisoblanadi. Mis organizmning $1 \cdot 10^{-4} \%$ ini tashkil etadi. Organizmning 1 sutkadagi misga bo'lgan ehtiyoji 2–3 mg ni tashkil etadi.

Mis organizmda oqsillar, fermentlar va vitaminlar bilan kompleks holda bo'ladi. Oqsillar va fermentlar, masalan oksidaza, laktaza, askarbinoksidaza tarkibiga kirib, fermentativ oksidlanish jarayonida faol qatnashadi.

Mis oksidlanish-qaytarilish fermenti bo'lgan sitoxromoksidaza tarkibiga kiradi, u seruloplazmin molekulasining ajralmas qismidir. Uning miqdoriy o'zgarishi patologik holatlarni keltirib chiqaradi. Miya va jigarda Cu ning ortiqcha miqdorda to'planishidan Vilson kasalligi kelib chiqadi.

Mis almashtirib bo'lmaydigan mikroelementdir. Qon zardobidagi misning asosiy qismi oqsil moddalari (α -globulinlar) bilan birikkan holda bo'ladi. Bu kompleks *seruloplazmin* deyiladi. U jigarda sintezlanadi, keyin qon tarkibiga o'tadi.

Tirik organizmda mis qon hosil bo'lishida maxsus vazifani bajaradi. Ba'zi fikrlarga ko'ra, u noorganik temirni gemoglobinli temirga aylantirishda zarur bo'ladi. Mis retikulotsitlarni eritrotsitga o'tishini ta'minlaydi. Uning organizmda yetishmasligi o'tkir anemiya, diareya (yosh bolalarda), Menxes kasalligini keltirib chiqaradi. Menxes sindromi bolalarda mis ioni so'rilishining genetik defektidan kelib chiqadi. Uning tavsifli belgilari: miyaning rivojlanishdan orqada qolishi, gipotermiya, uzun suyaklar uchlarining yemirilishi va h.k.

Mis fermentativ jarayonlarda elektronning tashilishini, ularning kompleks hosil qilishini tezlashtiradi hamda fermentlarning uchlarni tuzilishini saqlashga yordam beradi. Mis insulinning insulinazaga o'tishini katalizlovchi ferment faolligini kamaytirishi mumkin.

Mis ba'zi fermentlarning faolligini oshirishi mumkin. Bu fermentlar oksidlanishda, teri orqali nafas olishda, immun jarayonlarida, pigmentatsiyada qatnashadi.

Rux II guruh biogen *d*-elementi bo'lib, organizmda unind miqdori $1 \cdot 10^{-3} \%$ ni tashkil etadi. Organizmga 1 sutkada 10–15 mg rux talab qilinadi. Rux organizmga oziq-ovqatlar bilan tushib, ingichka ichakning yuqori qismlarida so'riladi. Keyin jigarga borib depolanadi

va talabga ko'ra sarflanadi. Ruxning katta qismi ko'zning shoh pardasida bo'ladi, ichki sekretsiya bezlarida, jigar, mushaklarda uchraydi.

Rux ioni qator fermentlarga kofaktor vazifasini bajaradi. Masalan: karboangidraza, karboksipeptidaza, alkogoldehidrogenaza va h.k. Rux insulin tarkibiga kiradi va qand almashinuviga ta'sir etadi. Ovqatda ruxning yetishmasligi organizm o'sishining sekinlashuviga, sochlar to'kilishiga, jinsiy faoliyatning o'zgarishiga olib keladi.

Rux almashtirib bo'lmaydigan mikroelementlar qatoriga kiradi. U yog', uglerod, oqsil almashinuvida faol ishtirok etadi.

Rux ionlari ishqoriy fosfotazani faollashtiradi. Rux gipofiz gormonlari va jinsiy gormonlarni faollashtiradi, qon hosil bo'lishida ishtirok etadi, organizmdan CO_2 ning chiqib ketishini ta'minlaydi.

Marganes VII guruh biogen *d*-elementi bo'lib, odam organizmida uning miqdori $1-10^{-3}\%$ ni tashkil etadi. Oziq-ovqat mahsulotlaridan lavlagi, pomidor, soya, yashil no'xat, kartoshkada ko'p uchraydi.

Marganesning ko'pgina qismi mushaklar, bosh miya, buyrak, jigar, qalqonsimon bez, suyaklar, taloqda uchraydi. Odam organizmining marganesga bo'lgan sutkalik talabi 6 mg atrofida. Bola organizmining bu elementga ehtiyoji katta, chunki bu element uning normal o'sishi va rivojlanishiga ta'sir ko'rsatadi.

Marganes 8 xil oksidlanish darajasini namoyon eta oladi, biologik sistemalarda asosan ikkitasi uchraydi: Mn^{2+} va Mn^{3+} , ba'zan Mn^{4+} ham bo'lishi mumkin. Marganes anion xilining uchrash ehtimoli, deyarli, yo'q. Mn^{2+} ioni Mn^{3+} ga o'xshash xossaga ega bo'lganligi uchun DNK komplekslarida Mn^{2+} ni almashtirib turishi mumkin. Mn^{3+} ning ko'pgina komplekslari, masalan, $[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ barqaror kompleks hisoblanadi. Bu element ham organizmning o'sishi va rivojlanishi, ko'payishi, hujayra bo'linishi, gormonlar ta'sirini oshirishda ishtirok etadi. Uning ishtirokisiz fotosintez jarayoni amalga oshmaydi. Odam va ba'zi jonivorlar qonida 0,02 mg/l miqdorda uchraydi. Marganes temir, mis va kobalt bilan birga qon hosil bo'lishida qatnashadi, antitanalar hosil bo'lishini tezlashtiradi. Marganes qand miqdorini kamaytiradi, ateroskleroz rivojlanishini to'xtatadi. Qator fermentlarni, masalan, dehidrogenaza va dekarboksilazani faollaydi. Bu fermentlarsiz spetsifik metabolitik jarayonlar bormaydi, masalan, siydikning hosil bo'lishi.

Marganes tutgan metallofermentlar gidrolitik va oksidlanish-qaytarilish jarayonida ishtirok etadi.

Marganes B_1 va E vitaminlarini almashinuviga ta'sir ko'rsatadi. Oqsil va mineral almashinuvlarini ta'minlaydi. Uning oziq-ovqatlarda yetishmasligi patologik semirish, suyak rivojlanishida buzilish, endemik buxoq kasalliklarini keltirib chiqaradi.

Marganes skelet shakllanishida, immunitet reaksiyalarida, qon hosil bo'lishida, teri orqali nafas olishda qatnashadi. Marganesning ortiqcha miqdori zaharli ta'sir ko'rsatadi va turli asab kasalliklarini keltirib chiqaradi.

Temir oilasiga temir, kobalt, nikel kiradi. Bu elementlar fiziologik faol va almashtirib bo'lmaydigan elementlar hisoblanadi.

Temir tabiatda eng keng tarqalgan element bo'lib, organizmdagi miqdori $1 \cdot 10^{-5}$ % ni tashkil etadi. U o'simliklarda, odam va hayvon organizmida muhim fiziologik funksiyani bajaradi. Odam organizmida 4–5 g miqdorda temir bo'ladi. Organizmda temir yetishmasa, gemoglobin miqdori kamayib, anemiya kelib chiqadi. Uning asosiy deposi eritrotsitlar, jigar, taloq hisoblanadi. Temirning 60–72%i gemoglobin tarkibida ekanligi hisobga olinsa, qon hosil bo'lishida ahamiyati juda katta ekanini ko'rish mumkin. Gemoglobinda temir gemning porfirin halqasi bilan xelat kompleks hosil qiladi. Gemoglobin ikki funksiyani bajaradi: o'z atomlari bilan kislorodni bog'lab olib, uni o'pkadan mushaklarga tashiydi va mioglobinga uzatadi. So'ngra aminoguruhlar yordamida karbonat angidridni bog'lab, qayta o'pkaga yuboradi.

Kompleks birikmalarda temir bilan bog'langan ligand tabiatiga ko'ra temir ikki xil valent holatida bo'lishi mumkin: Fe^{2+} – gemoglobinda, mioglobinda, Fe^{3+} – katalaza va oksidazada.

Oqsil bilan birikkan temir birikmalari turli vazifalarni bajaradi. Gemoglobin kislorod tashiydi, mioglobin bog'langan holatda saqlaydi, *S*-sitoxrom oksidaza kislorodni suvgacha oksidlaydi, P_{450} -sitoxrom kislorod bilan oksidlanishni katalizlaydi, *b*-sitoxrom va *c*-sitoxrom elektron tashuvchi vazifasini bajaradi.

Tabiatda temir tutgan juda ko'p oqsil birikmalari mavjud. Ular oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida, fotosintez jarayonida elektron tashishda, azot va kislorod fiksatsiyasida va h.k.larda ishtirok etadi. Ularga 1 dan 8 tagacha temir atomlari kiradi. Ular o'zaro sistein qoldiqlari bilan bog'lanadi.

Kobalt kuchli biologik faollikka ega. U muhim hayotiy ahamiyatga ega bo'lgan mikroelement. Kobaltning organizmdagi miqdori $1 \cdot 10^{-6}$ % ni tashkil etadi. Uning asosiy deposi jigar, buyrak, qon va taloq, oshqozon osti bezi, gipofiz, tuxumdonlar, suyak to'qimalari. Bir sutkada organizmning kobaltga bo'lgan ehtiyoji 0,001mg. U B_{12} vitamini – sianokobalamin tarkibiga kiradi. Kobalt B_{12} vitaminining 4,0% ini tashkil etadi. U ko'pgina fermentlar sintezida, qalqonsimon bez gormonlari, gemoglobin va boshqalar sintezida ishtirok etadi. Uning yetishmasligi yomon oqibatli anemiyani keltirib chiqaradi. U ko'pgina fermentlarni faollaydi. Kobalt tuzlari organizmda nikotinamid va piridoksin to'planishini kuchaytiradi. Organizmda kobaltning ko'payib ketishi qalqonsimon bez faoliyatini susaytiradi.

Nikel biosistemalardagi faoliyatiga ko'ra, kobaltga yaqinroq. Odam organizmida nikelning miqdori $1 \cdot 10^{-6}$ % ni tashkil etadi. U jigar, buyrak, me'da osti bezi, gipofiz, teri, ko'zda uchraydi. Hozirgi kunda nikelning fermentativ jarayonlarga ta'siri aniqlangan. U angidraza fermentini faollaydi, oksidlovchilik jarayoniga ta'sir etadi va uglevod almashinuvida qatnashadi. Nikel insulin tarkibiga kiradi.

Xrom va molibden VI guruhning fiziologik faol *d*-elementlaridir. Xrom o'simlik dunyosida keng tarqalgan, ammo uning fiziologik faoliyati kam o'rganilgan. U soch va tirnoqlarda to'planadi. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-5}$ % ni tashkil etadi. U glukoza

almashinuvida ishtirok etadi. Ba'zi ma'lumotlar uning xossalari marganes xossalari bilan o'xshashligidan dalolat beradi.

Molibden ham o'simlik dunyosida keng tarqalgan. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-5}\%$ gacha uchraydi. U jigar, buyrak, buyrak usti bezi, ko'zda to'planadi. Molibden o'sishni tezlashtiradi, uning ortib ketishi esa molibdenli podagrani keltirib chiqaradi.

3.4. Biologik muhim *p*-elementlar

Uglerod – organizmdagi barcha organik birikmalarning asosidir. U organizmga ozuqa mahsulotlari bilan tushadi, shuningdek, ichimlik suvi bilan karbonatlar va bikarbonatlar ko'rinishida o'tadi. 90%i organizmdan nafas chiqarish orqali chiqib ketadi. U asosiy makrobiogen elementlardan biridir. Organizmdagi miqdori 20,2% ni tashkil etadi. Uning 52%i oqsillar tarkibida bo'ladi, 37%i DNK va RNK, fermentlar, gormonlar, vitaminlar tarkibida bo'ladi. O'pkaga uzoq vaqt ko'mir changi kirs, antrakoz kasalligi kelib chiqadi.

Azot – makrobiogen elementlardan biri. Hujayraning asosiy tarkibi bo'lgan protoplazma va yadro oqsil moddalaridan tuzilgan. Oqsil azotsiz mavjud bo'lmaydi, oqsilsiz hayot yo'q. Oqsilning birlamchi tuzilishini aminokislotalar tashkil etadi.

Oqsil tarkibiga o'rtacha 15–17% azot kiradi. Azot, shuningdek, fermentlar, ko'pgina gormonlar, vitaminlar tarkibida bo'ladi. Tirik organizmda doimo hujayralarning buzilishi va qayta tiklanishi boradi.

Azot odam organizmining 3% ini tashkil etadi. Odam organizmi azotni havodan emas, balki tarkibida azot bo'lgan birikmalardan oladi. Uzoq vaqt oqsilsiz ovqatlar iste'mol qilish o'limga olib keladi. Aqliy mehnat bilan shug'ullanadigan katta yoshdagi odamlar organizmining azotga bo'lgan ehtiyoji 100 g, jismoniy mehnatda esa 130–150 g. Oqsillar hazm bo'lish jarayonida aminokislotalargacha parchalanadi. Aminokislotalar, o'z navbatida, oqsillar biosinteziga, boshqa moddalar energiya sarfiga va boshqa jarayonlarga sarf bo'ladi.

Barcha antibiotiklar tabiiy moddalar bo'lib, mikroorganizmlarni o'ldiradi yoki o'sishini to'xtatadi. Bu moddalar tarkibida ham azot bo'ladi.

Ko'pgina dorivor preparatlar: aminokislotalar, vitaminlar, gormonlar tarkibida azot hayot faoliyatiga zarur ko'rinishda bo'ladi.

Fosfor azot kabi organizm uchun muhim element hisoblanadi. Organizmga o'simliklar orqali tushadi.

Odam organizmida fosfor 1,16% ni tashkil etib, uning 86%i qiyin eruvchi kalsiy fosfat ko'rinishida suyak va tishlarda bo'ladi. Fosforning bir qismi yumshoq to'qimalar tarkibiga kiradi. Fosfat kislota yuqori energetik birikmalar hosil bo'lishida asosiy rol o'ynaydi (masalan ATF, uglevod almashinuvida ham), DNK, RNK tarkibiga kiradi, fosfolipidlar, bufer sistemalar tarkibiga kiradi.

Bir sutkada organizm 2,94 g fosfor talab qiladi. Uning katta qismi sut, go'sht, parranda, baliq, non, sabzavotlar orqali organizmga tushadi. Bu mahsulotlardagi fosforning 70%i organizmga so'riladi.

Kislorod ham makroelementlardan biri bo'lib, organizmda 65% ni tashkil etadi. U uglevodlar, oqsillar, barcha organlar, biologik suyuqliklar va boshqalar takribida bo'ladi.

Kislorodga boy bo'lgan keng tarqalgan modda suv hisoblanadi. Suv faqat hayotiy jarayonlar kechadigan muhitgina emas, balki kimyoviy, biologik jarayonlarda ham faol ishtirok etuvchi moddadir.

Kislorod karbonat kislota bilan birgalikda nafas olish va qon tomir harakati markazlarini ishga soladi. U g'ovvoslik, o't o'chiruvchilik va tog'-kon qurilmalarida (nafas olish uchun) va tibbiyotda keng qo'llanadi.

Oltinugurt odam organizmining 0,16% ini tashkil qiladi. U organizmning almashtirib bo'lmaydigan komponenti hisoblanadi, chunki u ko'pgina oqsillar, aminokislotalar, gormonlar, vitaminlar, nuklein kislotalar va h.k. tarkibiga kiradi. Tirik organizmda oltinugurtli aminokislotalar sulfatlargacha, qisman tiosulfatlargacha oksidlanadi va elementar oltinugurt ham hosil bo'ladi.

Ftor yer po'stida keng tarqalgan bo'lib, asosan, birikmalar tarkibida uchraydi. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-5}$ % gacha uchraydi. Oziq-ovqatlar bilan organizmga sutkasiga 1 ml miqdorda tushadi. Suvdagi ftor miqdori odam va hayvonlar tishiga ta'sir ko'rsatadi. Normal holatda 1/ suvda 1 ml ftor bo'lishi kerak, suvda ftor miqdorining kamayishi karies (tish chirishi)ga olib keladi.

Ftor organizmda kalsiy, magniy va boshqa ferment sistemalarining aktivatorlari bilan kompleks holda bo'ladi. Organizmga ko'p miqdorda ftor kiritilsa, yodning o'rmini egallab, qalqonsimon bez faoliyatini buzadi.

Ftor ko'pgina neyroleptik preparatlar tarkibiga kiradi, ftorfenazin shizofreniyada ishlatiladi. Ftor uratsil, ftorafur kabi preparatlar yomon oqibatli o'simtalarda, ftoronat yallig'lanish va allergik teri kasalliklarida ishlatiladi.

Xlor makroelement bo'lib, faol metalloid, sariq tusli o'tkir hidli gaz. U nafas olish yo'llariga ta'sir etadi, yo'tal va qizib achishish, hatto, bo'g'ilishgacha olib keladi. Shuning uchun uning havodagi miqdori 0,001mg/dan oshmasligi zarur.

Odam organizmida $1 \cdot 10^{-2}$ % xlor uchraydi. Hujayraning tashqi suyuqligida bo'ladi va xlorid kislota hosil qilishda ishtirok etadi. Me'da shirasining 0,4–0,5% ini tashkil etadi, u oqsillarning gidrolizini tezlashtiradi, protolitik fermentlarning faolligini oshiradi, bakteriotsid xususiyatga ega. Odam organizmida, taxminan, 0,25% xlor ion mavjud. Bu ionlar hujayra membranalarining elektr o'tkazuvchanligiga ta'sir etadi, qon bufer sistemasining hosil bo'lishida, suv-tuz almashinuvida qatnashadi.

Brom tabiatda ishqoriy va ishqoriy-yer metallarning bromidlari ko'rinishida uchraydi. Bundan tashqari, u dengiz, tuproq va yer osti suvlarida uchraydi. Faol metalloid, xona temperaturasida harakatchan to'q-qo'ng'ir rangli suyuqlik, parlanganda bo'g'uvchi hidli, qo'ng'ir-qizil rangda. Teri, ko'z, nafas yo'llarini zararlaydi.

Brom organizmning $1 \cdot 10^{-4}$ % ini tashkil etadi. U ko'pgina organlarda uchraydi, gipofizda uning ta'siri faol ekanligi seziladi.

Brom organizmga oziq-ovqat bilan kirib (sutkasiga 7,5mg), to'qimalarda va qonda to'planadi. Brom organizmning jinsiy gormonlarida uchraydi. Asosiy ijobiy ta'siri markaziy nerv sistemasi tormozlanishini kuchaytiradi. Bromning organik birikmalari tinchlantiruvchi va uxlatuvchi ta'sir ko'rsatadi.

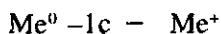
Yod tabiatda natriy va kaliy yodidlar ko'rinishida uchraydi. Organizmning $1 \cdot 10^{-6} \%$ ini tashkil etadi. Yod modda almashinuvida muhim vazifalarni bajaradi. U, asosan, qalqonsimon bezda (15 mg) to'planadi. Piyoz va dengiz balig'i tarkibida uchraydi. Yod tiroksin va triyodtironin gormonlarining asosiy tarkibini tashkil etadi. Yod organizmda ortib ketsa, qalqonsimon bez faoliyati buziladi, u gormonlar ishlab chiqarilishini keskin kamaytiradi.

Molekular yod mikroba qarshi ta'sirga ega, uning eritmalari bilan yaralarga ishlov beriladi. Tibbiyotda yodning 5–10% li spirtli eritmasi mikroblarga qarshi kurashda qo'llanadi. Yod organizmga so'rilib, modda almashinuviga faol ta'sir ko'rsatadi, dissimilatsiya jarayonini tezlashtiradi, tiroksin sintezida ishtirok etib, qalqonsimon bez faoliyatini yaxshilaydi. Organizmning unga sutkalik ehtiyoji 0,1 mg ni tashkil qiladi.

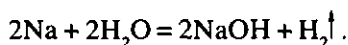
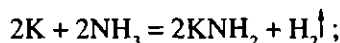
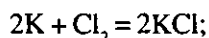
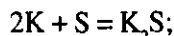
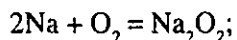
BIOGEN ELEMENTLARNING KIMYOVIY XOSSALARI

3.5. s-elementlarning kimyoviy xossalari

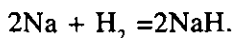
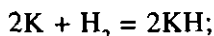
Natriy va kaliy I guruh biogen s-elementlariga kiradi. Ular ishqoriy metallarga mansub bo'lib, tashqi elektron qavatida ns^1 elektronga ega. Kimyoviy faol metallmaslar bilan reaksiyaga kirishganda, kuchli qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi. Birikmalarda ularning oksidlanish darajasi +1.



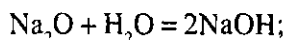
Kaliy natriyga nisbatan katta atom radiusi va kichik ionlanish energiyasi bilan farqlanadi. Ular elektromanfiy elementlar bo'lib, ko'pgina murakkab moddalar bilan reaksiyaga tez kirishadi:



Vodorod bilan gidridlar hosil qiladi:

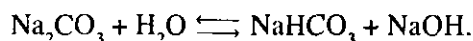


Ishqoriy metallarning oksidlari suv bilan reaksiyaga oson kirishib, suvda eruvchan gidroksidlar hosil qiladi:

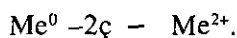


Bu gidroksidlar suvda yaxshi dissotsiatsiyalanadi, shu sababli ularni kuchli ishqorlar deb ham yuritiladi.

Ishqoriy metallarning barcha kislotalar bilan tuzlari mavjud. Tuzlari kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan bo'lsa, suvda gidrolizga uchraydi va ishqoriy muhit hosil qiladi:

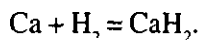


Kalsiy va magniy II guruh biogen *s*-elementlariga kiradi. Magniy – tipik element, kalsiy – ishqoriy-yer metall. Tashqi elektron qavatida ns^2 elektronlar mavjud. Havoda oson oksidlanadi. Oksidlanish darajasi +2, ular kuchli qaytaruvchi xossaga ega:



Kalsiy magniydan nisbatan katta atom radiusi va kichik ionlanish energiyasi bilan farqlanadi.

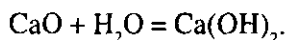
Kalsiy vodorod bilan to'g'ridan to'g'ri reaksiyaga kirishib, gidrid hosil qiladi:



Kalsiy havoda oson oksidlanadi. Ko'pchilik elektromanfiy elementlar bilan reaksiyaga kirishadi:



Kalsiy oksid – olovbardosh modda. Uning texnik nomi kuydirilgan yoki so'ndirilmagan ohak. So'ndirilmagan ohak suv bilan katta energiya ajratib reaksiyaga kirishadi:



Kalsiy gidroksid kuchli asos, suvda oz miqdorda eriydi, to'yingan eritmasi *ohakli suv* deb ataladi, ishqoriy xususiyatga ega. Kalsiy gidroksid havodan CO_2 gazini yutadi va suvda erimaydigan kalsiy karbonat hosil qiladi.

Magniydan kalsiyga qarab asoslik xossalari ortib boradi:



Bu metallar hamda ularning oksid va gidroksidlarining suvda eruvchanligi ham shu tartibda ortib boradi.

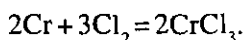
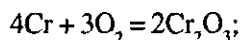
Magniyning ko'pchilik tuzlari suvda yaxshi eriydi. Kalsiyning nordon tuzlari, nitrati, xloridi suvda yaxshi eriydi, karbonat, fosfat va sulfat tuzlari esa suvda qiyin eriydi.

Magniy, kalsiydan farqli o'laroq, kompleks birikmalar hosil qiladi: $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.

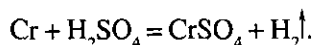
3.6. *d*-elementlarning kimyoviy xossalari

Xrom VI guruh *d*-elementlariga kiradi. Xrom atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^5 4s^1$. Bu element o'zgaruvchan oksidlanish darajasiga ega, ularning +2, +3, +6 birikmalari barqarorroq. Bog' hosil bo'lishida oxirgi va oxiridan bitta oldingi qavatdagi elektronlar qatnashadi.

Xrom – juda qattiq metall. U qizdirilganda ko'pchilik metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi:

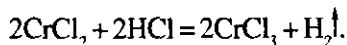


Xrom suyultirilgan kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:

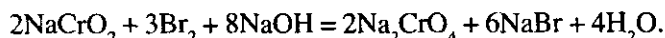


Xromning kimyoviy xossalari uning oksidlanish darajasiga bog'liq.

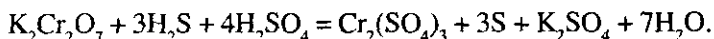
Cr^{2+} – kuchli qaytaruvchi:



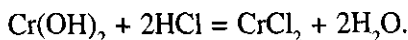
Cr^{3+} – kuchsiz qaytaruvchi:



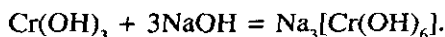
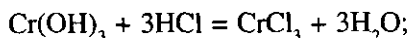
Cr^{6+} – kuchli oksidlovchi:



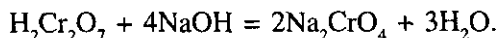
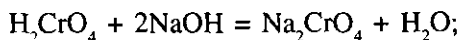
CrO , $\text{Cr}(\text{OH})_2$ – asosli xossaga ega:



Cr_2O_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$ – amfoter xossaga ega:



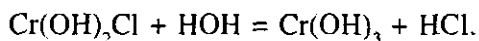
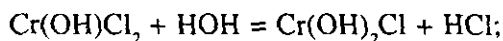
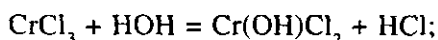
CrO_3 , H_2CrO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – kislotali xossaga ega:



Cr^{2+} va Cr^{3+} ionlari kation va anion tipidagi kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalarda xromning koordinatsion soni 4 va 6 ga teng.

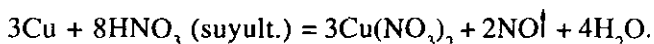
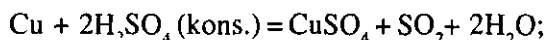


Xromning xlorid, sulfat va nitrat tuzlari suvda yaxshi eriydi, gidroksidi, fosfat va asosli tuzlari qiyin eriydi. Xrom tuzlari suvli eritmalarida gidrolizga uchraydi va asosli tuzlar hosil qiladi:

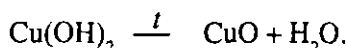


Mis I guruh *d*-elementlariga kiradi. Atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^{10}4s^1$. Misning kimyoviy faolligi yuqori emas. Mis kuchsiz qaytaruvchi bo'lib, qiyin oksidlanadi. Kimyoviy bog' hosil qilishda atomidagi tashqi va oxiridan bitta oldingi qavatdagi elektronlar qatnashadi. Shuning uchun misning oksidlanish darajasi +2 va +1 ga teng.

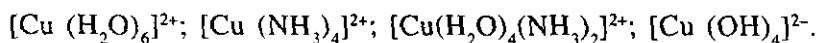
Odatdagi temperaturada galogenlar va kislorod misga ta'sir etmaydi. U vodorod, azot, uglerod bilan bevosita reaksiyaga kirishmaydi. Oksidlovchi xossaga ega bo'lmagan kislotalar misni eritmaydi. Konsentrlangan sulfat kislota, konsentrlangan va suyultirilgan nitrat kislota bilan mis shiddatli reaksiyaga kiradi:



Misning oksidi va gidroksidi beqaror birikmalar bo'lib, suvda erimaydi. Qizdirilganda mis gidroksid parchalanadi:



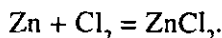
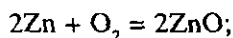
Mis kompleks hosil qilishga moyil element bo'lib, koordinatsion soni 4 va 6 bo'lgan kation va anion tipidagi kompleks birikmalar hosil qiladi:



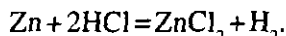
Misning tuzlari: xloridlari, sulfatlari, nitratlari, atsetatlari suvda yaxshi eriydi.

Rux II guruh *d*-elementlariga mansub. Atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^{10}4s^2$. Bu element IV davrdagi oxirgi *d*-elementdir, oxiridan bitta oldingi qavatni tugatilgan va d^{10} konfiguratsiyaga ega. Bu bilan rux boshqa elementlardan farq qiladi va katta davr elementlariga o'xshab ketadi. Ruxning oksidlanish darajasi +2.

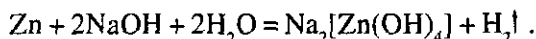
Rux og'ir metall bo'lib, qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi. Havoda oksidlanganda sirtida oksid parda hosil bo'ladi. Bu parda uni keyingi oksidlanishidan saqlaydi. Shuning uchun rux barqarordir. Qizdirilganda ko'pchilik metallmaslar bilan oson reaksiyaga kirishadi:



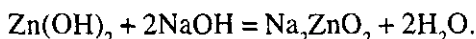
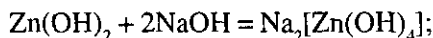
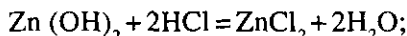
Rux elektrokimyoviy kuchlanishlar qatorida vodoroddan chapda joylashgan, shuning uchun kislorodsiz kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:



Qizdirilganda ishqor eritmalarida eriydi:

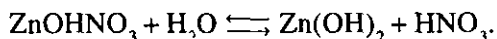
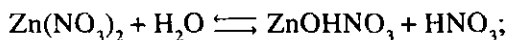


Rux oksid va gidroksid amfoter xossaga ega:



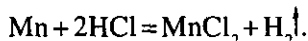
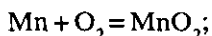
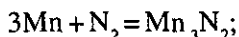
Rux kation va anion tipidagi kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalarda uning koordinatsion soni 4 va 6 ga teng: $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$; $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.

Ruxning ko'pchilik tuzlari suvda oz eriydi. Xlorid, nitrat va sulfat tuzlari suvda yaxshi eriydi. Rux tuzlarining aksariyati suvli eritmada gidrolizlanib, kislotali muhit hosil qiladi:

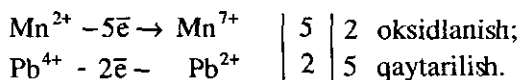
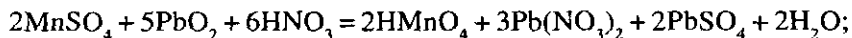


Marganes VII guruh *d*-elementlariga mansub. Atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^5 4s^2$. Marganesga o'zgaruvchan oksidlanish darajasi xos: +2, +3, +4, +6, +7. Kimyoviy bog' hosil qilishda marganes atomining tashqi va oxiridan oldingi qavatdagi elektronlari qatnashadi.

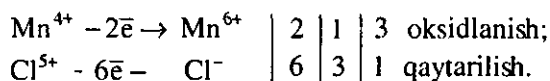
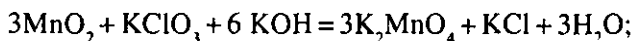
Marganes metall sifatida ancha faol. Qizdirilganda ko'pchilik metallmaslar, suyultirilgan kislotalar bilan reaksiyaga oson kirishib, vodorodni siqib chiqaradi:



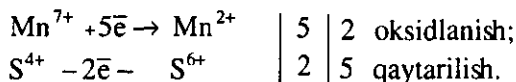
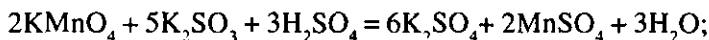
Marganes birikmalarining kimyoviy xossalari uning oksidlanish darajasiga bog'liq. Masalan, Mn^{2+} birikmalari qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:



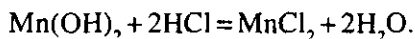
Mn^{4+} birikmalari kuchsiz qaytaruvchilardir:



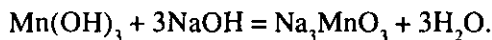
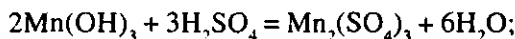
Mn^{7+} birikmalari kuchli oksidlovchi xossalarini namoyon qiladi:



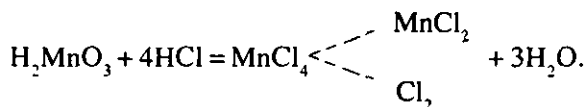
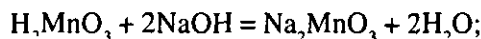
MnO , $Mn(OH)_2$ asosli xossani namoyon qiladi:



Mn_2O_3 , $Mn(OH)_3$ asosli xossasi ustunroq bo'lgan amfoter xossaga ega:

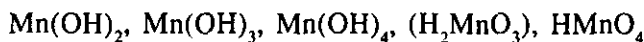


MnO_2 , H_2MnO_3 amfoter xossaga ega:



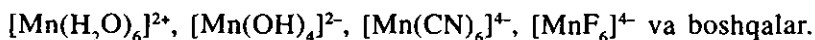
Marganesning oksidlanish darajasi ortsa, kislotalilik xossasi kuchayib, asoslilik xossasi kamayadi.

← Asoslilik xossasi kuchayadi



→ Kislotalilik xossasi kuchayadi

Marganes hamma valent holatlarida ko'p sonli kationli va anionli komplekslar hosil qiladi. Bu komplekslarda marganesning koordinatsion soni 6 va 4 ga teng:

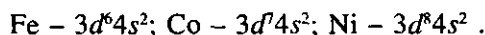


Uning neytral komplekslari – karbonillari mavjud: $[Mn_2(CO)_{10}]$.

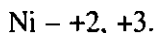
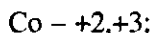
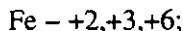
Marganesning xloridlari, sulfatlari, nitratlari, atsetatlari, ishqoriy metallarning manganatlari, permanganatlari suvda yaxshi eriydi. Hidroksidlari, sulfidlari, karbonatlari, fosfatlari suvda oz eriydi.

Mn^{2+} tuzlari suvli eritmada gidrolizlanadi, ishqoriy metallarning permanganatlari esa gidrolizlanmaydi.

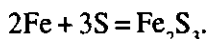
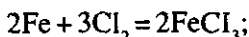
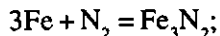
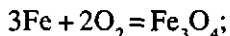
Temir, kobalt, nikel temir oilasidagi *d*-elementlarga kiradi. Ular atomining elektron konfiguratsiyasi:



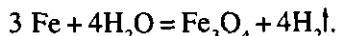
Bu elementlar o'zgaruvchan oksidlanish darajasiga ega:



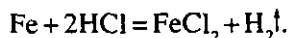
Bu oiladagi barcha elementlar tugallanmagan *3d* pog'onachaga ega. Kimyoviy bog' hosil qilishda *4s* va *3d* pog'onacha elektronlari qatnashadi. Ular o'rtacha faollikka ega metallar bo'lib, boshqa metallardan magnitga tortilishi bilan farqlanadi. Bu metallar oddiy sharoitda metallmaslar bilan reaksiyaga kirishishi qiyinroq, lekin qizdirilganda ularning kimyoviy faolligi ortadi:



Temir yuqori temperaturada suv bilan reaksiyaga kirishadi:



Suyultirilgan kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:



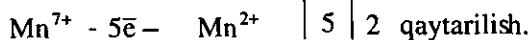
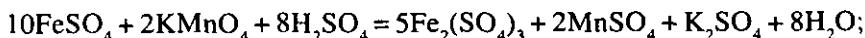
Kobalt, nikel esa faolligi kamroq bo'lgani uchun kislotalar bilan reaksiyaga qiyinroq kirishadi:

konsentrlangan sulfat kislota bilan temir reaksiyaga kirishmaydi;

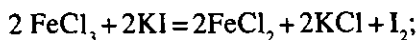
Fe – Co – Ni qatorida kimyoviy faollik kamayadi.

Temirning kimyoviy xossalari uning oksidlanish darajasiga bog'liq.

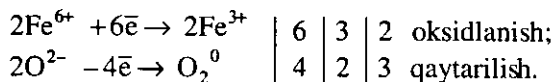
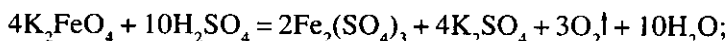
Fe^{2+} birikmalari kuchli qaytaruvchi:



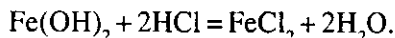
Fe^{3+} birikmalari oksidlovchi:



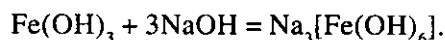
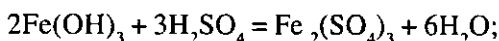
Fe^{6+} birikmalari kuchli oksidlovchi:



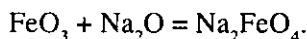
FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$ asoslik xossalarini namoyon qiladi:



Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ asoslik xossasi ustunroq bo'lgan amfoter xossaga ega:



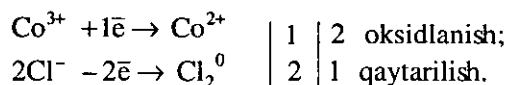
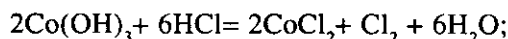
FeO_3 (H_2FeO_4) kislotalik xossasini namoyon qiladi:



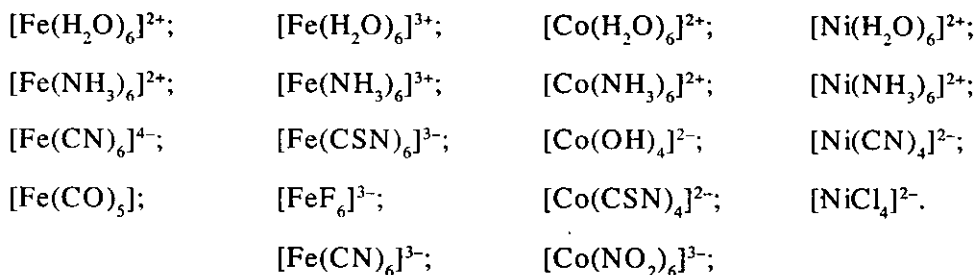
Co^{2+} birikmalari Fe^{2+} birikmalariga nisbatan kuchsiz qaytaruvchi.

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ havo kislorodi ta'sirida oson, $\text{Co}(\text{OH})_2$ esa sekin oksidlanadi. $\text{Ni}(\text{OH})_2$ – umuman oksidlanmaydigan gidroksid.

Co^{3+} birikmalari Fe^{3+} birikmalariga nisbatan beqaror, lekin oksidlovchi xossasi kuchliroq:

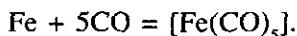


Bu elementlar, ko'pchilik o'tuvchi metallar kabi, kompleks hosil qiluvchilardir. Ular ham noorganik, ham organik ligandlar bilan kation va anion tipida kompleks birikmalar hosil qiladi. Ko'pincha, bu birikmalarda metallarning koordinatsion soni 4 va 6 ga teng.



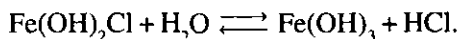
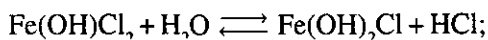
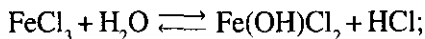
Ko'pchilik kompleks birikmalar o'ziga xos rangli bo'lib, ularning hosil bo'lishidan sifat analizida shu ionlarni aniqlash uchun foydalaniladi.

Temirning o'ziga xos xususiyati uning CO bilan kompleks hosil qilishidir:



Bu kompleks birikma bipiramida tuzilishga ega bo'lib, temir atomi markazda joylashgan.

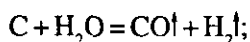
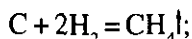
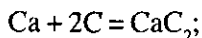
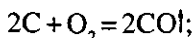
Temir, kobalt, nikelning xlorid, sulfat va nitratlari suvda yaxshi eriydi, gidroksidlari, sulfidlari, fosfatlari, karbonatlari, asosli tuzlari oz eriydi. Temir (III) tuzlari gidrolizlanadi:



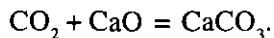
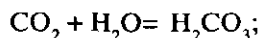
3.7. *p*-elementlarning kimyoviy xossalari

Uglerod IV guruh *p*-elemenlariga mansub. Atomining elektron konfiguratsiyasi – $1s^2 2s^2 2p^2$. Uglerod atomining eng tavsifli oksidlanish darajasi +2, +4, –4. Uglerod – tipik metallmas. Uglerod atomi beqiyos elektron tuzilishga ega: unda valent elektronlar soni valent orbitallar soniga teng, bu esa unga ko'pchilik elementlar bilan kovalent bog' va turli sondagi bog'li cheksiz zanjirlar hosil qilish imkonini beradi. Uglerod – organik dunyoning asosidir.

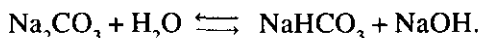
Uglerod juda inert, uning kimyoviy faolligi temperatura ortishi bilan kuchayadi. U qaytaruvchi bo'lib, metallar, metallmaslar va ba'zi birikmalar bilan reaksiyaga kirishadi:



Uglerod dioksid CO_2 – gaz, kislotali oksid:

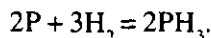
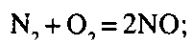
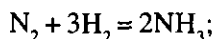
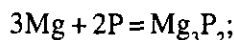
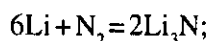


H_2CO_3 – kuchsiz 2 asosli kislota, uning tuzlari gidrolizlanadi:



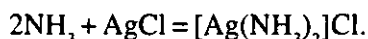
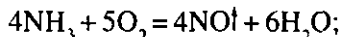
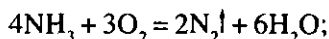
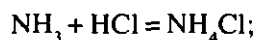
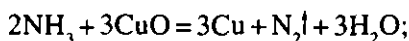
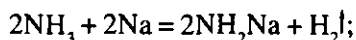
V guruh *p*-elementlariga **azot** va **fosfor** kiradi. Ular atomlarining elektron konfiguratsiyasi $ns^2 np^3$. Bu elementlarning barqaror oksidlanish darajasi –3, +3, +5; azot yana boshqa oksidlanish darajali birikmalar hosil qilishi mumkin.

Azot – gaz, fosfor – qattiq modda, tipik metallmaslar. Atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^3$. Azot yuqori temperaturada ko‘pchilik metallar, vodorod, kislorod bilan reaksiyaga kirishadi:

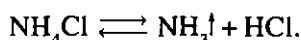
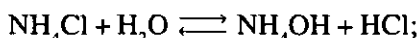


Ammiak NH_3 o‘ziga xos hidga ega gaz H^+ ionini biriktirib, ammoniy kationi NH_4^+ ga aylanadi. Ammiakning suvdagi eritmasi – NH_4OH .

Ammiak metallar, metall oksidlari, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi:

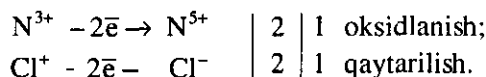
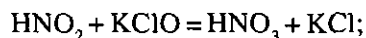
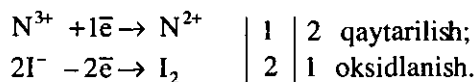
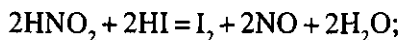


Ammoniy tuzlari suvda yaxshi eriydi, gidrolizlanadi, oson parchalanadi:

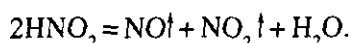


Azot kislorod bilan 5 ta oksid hosil qiladi: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 .

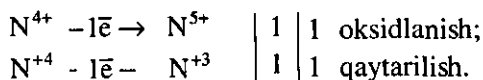
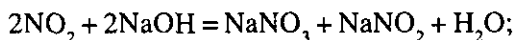
N_2O_3 – nitrit kislota HNO_2 ning anhidridi. Ikkalasi ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossaga ega:



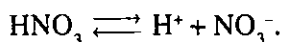
Nitrit kislota beqaror:



NO_2 – kislotali oksid, oksidlovchi va qaytaruvchi:

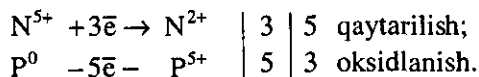
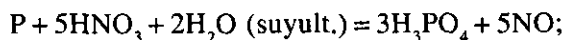
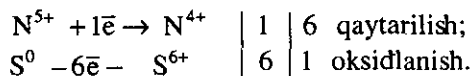
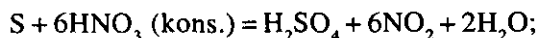
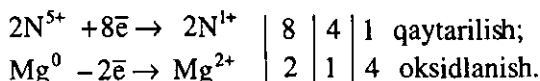
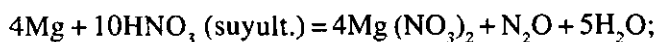
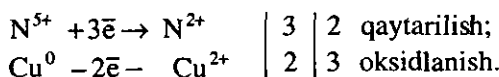
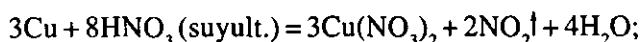
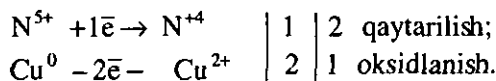
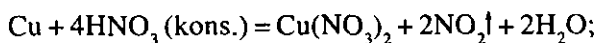


N_2O_5 – kislotali oksid, suv bilan reaksiyaga kirishib, nitrat kislota HNO_3 hosil qiladi.
Nitrat – kuchli kislota, to‘liq dissotsiatsiyalanadi:



Nitrat kislota kuchli oksidlovchi bo‘lib, konsentratsiyasi va qaytaruvchining tabiatiga qarab, turli birikmalargacha qaytariladi: NH_3 , N_2 , NO , N_2O_3 , NO_2 .

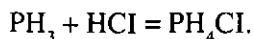
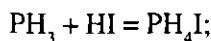
HNO_3 metallar va metallmaslarni oksidlaydi:



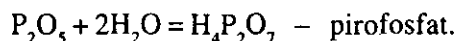
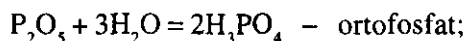
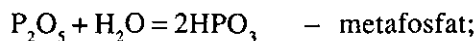
Nitrat kislota tuzlari – *nitratlar*, nitrit kislota tuzlari – *nitritlar* deyiladi. Nitrit kislota tuzlarining ko‘pchiligi suvda erib, gidrolizlanadi. Nitrat kislota tuzlari oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi.

Fosfor V guruh *p*-elementidir. Atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. Fosforning bir necha allotropik shakl o‘zgarishlari mavjud: oq, qizil, qora fosfor va boshqalar.

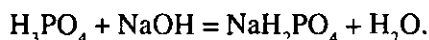
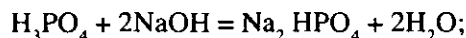
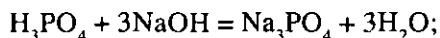
Fosforning vodorodli birikmasi – fosfin PH_3 . U havoda turg‘un gaz, suvda juda oz eriydi, eritmasi neytral xususiyatga ega. Juda kuchli kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, fosfoniyl tuzlarini hosil qiladi:



Fosfor bir necha oksid hosil qiladi. Ulardan eng muhimlari P_2O_3 , P_2O_5 va P_4O_{10} . Bu oksidlar kislotali oksidlar bo‘lib, ularga fosfit H_3PO_3 va fosfat H_3PO_4 kislotalar mos keladi. P_2O_5 uch xil kislota hosil qiladi:

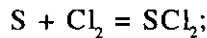
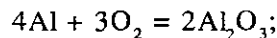
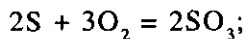
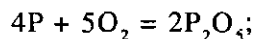
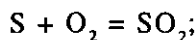
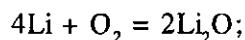
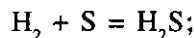
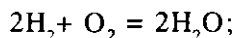


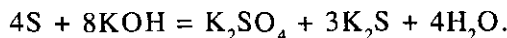
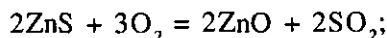
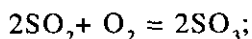
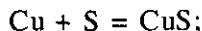
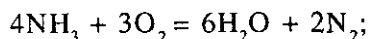
Bu kislotalar ichida ahamiyatlisi ortofosfat kislota – H_3PO_4 bo‘lib, o‘rtacha kuchli, uch negizli kislota, o‘rta va nordon tuzlar hosil qiladi:



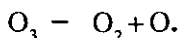
Kislorod va oltingugurt VI guruh *p*-elementlariga kiradi. Atomlarining elektron konfiguratsiyasi mos ravishda $1s^2 2s^2 2p^4$ va $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Kislorodning oksidlanish darajasi -2 , -1 , oltingugurt esa -2 , $+2$, $+4$, $+6$ oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Kislorod bilan oltingugurt tipik metallmaslardir.

Kislorod geliy, neon va argondan tashqari, hamma elementlar bilan birikmalar hosil qiladi; oltingugurtning faolligi kamroq bo‘lib, ba’zi metallmas, ko‘pchilik birikmalar bilan reaksiyaga kirishadi:





Kislorod – kuchli oksidlovchi, uning allotropik shakl o‘zgarishi – ozon O_3 , u parchalanganda hosil bo‘ladigan atomlar kislorod hisobiga yanada kuchliroq oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi:

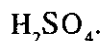
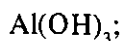


Kislorod turli xil kislotali, amfoter va asosli oksid hamda gidroksidlar, kislorodli kislotalar hosil qiladi:

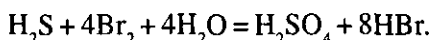
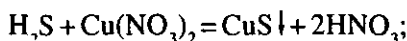
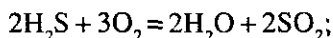
Asos xossali

Amfoter xossali

Kislota xossali

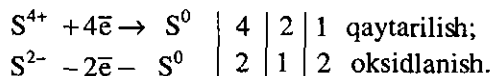
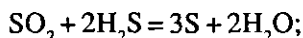
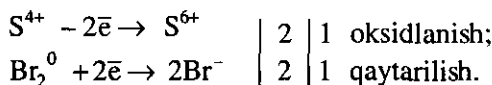
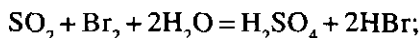


Oltinugurtning vodorodli birikmalaridan eng muhimi vodorod sulfididir. U o‘ziga xos hidli gaz, qaytaruvchi, suvda eriganda kuchsiz ikki negizli kislota H_2S hosil qiladi, uning ko‘pchilik tuzlari suvda erimaydi, ba’zilar rangli:



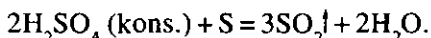
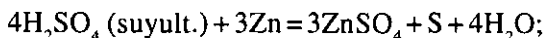
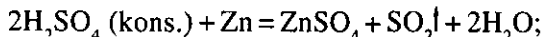
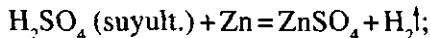
Oltinugurt SO_2 va SO_3 oksidlarini hosil qiladi. Bu oksidlarga tegishli H_2SO_3 va H_2SO_4 kislotalar mos keladi.

SO_2 , H_2SO_3 lar ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossaga ega:



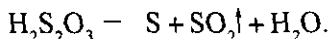
Sulfid kislota H_2SO_3 – beqaror kislota: $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2\uparrow$.

Sulfat kislota H_2SO_4 – kuchli oksidlovchi, uning xossalari konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. U oddiy moddalar bilan ham, murakkab moddalar bilan ham reaksiyaga kirishadi. Sulfat kislota barcha kislotalarga tegishli xossalarga ega:

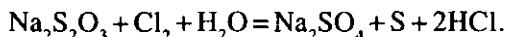


H_2SO_4 ko'pchilik suvda eruvchan va erimaydigan tuzlarni hosil qiladi.

Oltinugurt birikmalaridan yana biri tiosulfat kislota $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dir. Bu birikmada oltinugurtning bir atomi -2 , ikkinchisi $+6$ oksidlanish darajasiga ega. Tiosulfat kislota beqarordir:

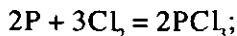


Tiosulfatlar qaytaruvchi xossaga ega:

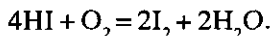


Ftor, xlor, brom, yod VII guruh p -elementlariga kiradi. Ular atomining elektron konfiguratsiyasi ns^2np^5 . Galogenlar (ftordan tashqari) -1 , $+2$, $+3$, $+5$, $+7$ oksidlanish darajasini namoyon qiladi, ftorning oksidlanish darajasi -1 ga teng.

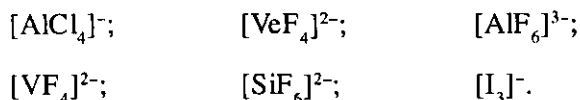
Galogenlar – tipik metallmaslar. Galogenlar guruhchasida yuqoridan pastga qarab oksidlovchilik xossasi kamayib, qaytaruvchilik xossasi ortib boradi. Ftor – eng kuchli qaytaruvchi. Galogenlarning reaksiyaga kirishish xususiyati yuqori bo'lib, ko'pchilik oddiy va murakkab moddalar bilan reaksiyaga oson kirishadi:



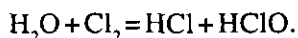
Deyarli hamma galogenlarning vodorodli birikmasi (HF dan tashqari) kuchli kislota bo'lib, ular kislotalarning barcha xossalarni namoyon qiladi:



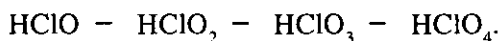
Galogenlar, deyarli, hamma metallar bilan reaksiyaga kirishib, metall galogenidlar hosil qiladi. Galogenid anionlari juda yaxshi ligandlardir:



Galogenlar qator kislorodli kislotalar hosil qiladi. Bu kislotalar galogenlariga suv ta'sir ettirib olinadi:



Xlorning quyidagi kislorodli kislotalari mavjud:



Bu qatordagi kislotalarda xlarning oksidlanish darajasi ortishi bilan oksidlovchilik xossasi kamayadi, kislota kuchlari esa ortadi.

HClO – eng kuchli oksidlovchi;

HClO_4 – eng kuchli kislota.

Biogen elementlar birikmalarining tibbiyotdagi ahamiyati

Li_2CO_3	Litiy karbonat	Psixiatriyada qo'llanadi
NaCl – 0,85% (massa jihatidan) eritma	Fiziologik eritma	Ko'p qon yo'qotishda, organizm suvsizlanganda tomirdan tomchilab yuboriladi
NaCl 3%, 5% (massa jihatidan) eritma	Natriy xlorid	Jarrohlikda qo'llanadi
NaHCO_3	Natriy gidrokarbonat	Me'da shirasi kislotaliligi ortganda neytrallash uchun qo'llaniladi
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Natriy sulfat	Surgi vositasi sifatida qo'llaniladi
NaBr , KBr	Kaliy va natriy bromid	Tinchlantiruvchi vosita
NaI , KI	Kaliy va natriy yodid	Qalqonsimon bez kasalligida qo'llaniladi
KCl	Kaliy xlorid	Yurak aritmiyasida qo'llaniladi
CH_3COOK	Kaliy atsetat	Siydik haydovchi vosita
MgO	Magniy oksid	Oshqozon-ichak trakti kasalligida adsorbsiyalovchi modda sifatida qo'llaniladi

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Magniy sulfat	Gipertoniya, ateroskleroz, teri kasalliklarida qo'llaniladi
$\text{MgS}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Magniy tiosulfat	Gipertoniya, ateroskleroz, teri kasalliklarida qo'llaniladi
$3\text{MgSiO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{HSiO}_3)_2$	Magniy silikat va gidrosilikat	Teri kasalliklarida qo'llaniladi
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Kalsiy xlorid	Allergik, teri kasalliklari, nefrit, shamollashda qo'llaniladi
CaCO_3	Kalsiy karbonat	Oshqozon shirasi kislotaliligi oshganda ishlatiladi
$\text{CaPO}_3 - \text{O} - \text{N}_3$ $\text{H}_5(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$		Asab sistemasini tiklashda qo'llaniladi
$\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	Kalsiy sulfat	Gips bog'lamlar sifatida qo'llaniladi
KMnO_4	Kaliy permanganat	Antiseptik modda
Na_2CrO_4	Natriy xromat	Onkologiyada diagnostika maqsadida qo'llaniladi
Koamid		Qon ko'paytiruvsi vosita
B_{12} vitamini		Kamqonlikni davolashda qo'llaniladi
Kobavit		Gepatitni davolashda, organizm immunitetini oshirishda qo'llaniladi
Qaytarilgan temir		Temir tanqisligi anemiyasini davolash maqsadida ishlatiladi
Temir glitserofosfat		O'sha patologiyada
Temir laktat		O'sha patologiyada
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Temir (II) sulfat	O'sha patologiyada
Ferramid		O'sha patologiyada
Ferrotseron		O'sha patologiyada
Ferkoven		O'sha patologiyada
Gemostimulin		O'sha patologiyada
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Temir (III) xlorid	Qon ketishini to'xtatishda ishlatiladi
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Rux sulfat	Konyunktivitga qarshi surtma
ZnO	Rux oksid	Teri kasalligini davolashda qo'llaniladi

HgCl_2	Sulema	Teri kasalligini davolashda qo'llaniladi
$\text{Hg}(\text{CN})_2 \cdot \text{HgO}$		Dezinfeksiyalovchi modda
HgO	Simob oksid	Teri kasalligini davolashda qo'llaniladi
HgNH_2Cl		Teri kasalligini davolashda qo'llaniladi
Hg_2Cl_2	Kalomel	Ko'z shoh pardasini davolashda qo'llaniladi
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Mis kuporosi	Konyunktivitni davolashda qo'llaniladi
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{B}_6$	Kupir	Sil, gepatit, vitiligani davolashda qo'llaniladi
Mis sitrat		Sil, gepatit, vitiligani davolashda qo'llaniladi
AgNO_3	Lyapis	Antiseptik, bakteritsid xossaga ega, surtma sifatida qo'llaniladi
$(\text{Au} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{CO}_3)_2, \text{Ca}$	Krizanol	Sil, prokaza, volchankani davolashda qo'llaniladi
NH_4Cl	Ammoniy xlorid	Siydik haydovchi vosita

3.8. Sifat analizining asoslari

Analitik kimyo – bu kimyoviy analiz usullari va asoslarini nazariy jihatdan o'rganadigan fan. Analitik kimyo kursining vazifasi moddalar yoki ularning aralashmalari tarkibini o'rganishdan, aniqlashdan iborat. Analiz qilishda avval berilgan aralashma yoki modda qanday atomlar guruhidan, kation va anionlardan iborat ekanligi, ya'ni sifat tarkibi o'rganiladi, so'ng uning tarkibidagi moddalar, kation va anionlar qanday miqdoriy nisbatda ekani tekshiriladi.

Tekshirilayotgan modda qanday element yoki ionlardan tarkib topganini aniqlash **sifat analizining** vazifasidir.

Tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan element yoki ionlar miqdorini aniqlash **miqdoriy analizning** vazifasidir.

Sifat analizi tibbiy biologik obyektlarni tekshirishda, dorivor preparatlarning tarkibini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Bu analiz turli usullar (kimyoviy, fizik, fizik-kimyoviy) bilan amalga oshiriladi, bu usullar tobora takomillashib, rivojlanib bormoqda.

Sifat analizining kimyoviy usuli bilan tekshirish kimyoviy reaksiyalarga asoslanadi. Bu reaksiyalar tavsifli bo'lib, sodir bo'ladigan kimyoviy o'zgarish **analitik reaksiya**, qaysi

modda yordamida tekshirilayotgan bo'lsa, o'sha modda **reagent** deyiladi. Reagent sifatida shunday modda tanlanadiki, u tekshirilayotgan modda bilan reaksiyaga kirishganda tashqi o'zgarish kuzatiladi, ya'ni cho'kma hosil bo'ladi, eritma rangi o'zgaradi, gaz ajralib chiqadi yoki tavsifli hid yuzaga keladi va shu kabilar.

Fizik usullar sistemaning qaysidir parametrlari o'zgarishiga asoslanadi.

Fizik-kimyoviy usullar tekshirilayotgan element yoki moddaning ma'lum bir fizik xossasiga asoslanadi, bu uning uchun tavsifli bo'ladi. Masalan, nurlanish spektrlarining hosil bo'lishi yoki ularning yutilishi (spektr analizi), kristallarining shakli va rangi (kristallokimyoviy analiz), suyuqlanish temperaturasining o'zgarishi (termik analiz), turli yutuvchi moddalarga adsorbsiyalanish xossasi (xromotografik adsorbsion analiz) va shu kabilar.

Ushbu bo'limda asosan kimyoviy sifat analizi usullari ko'rib chiqiladi.

Moddani tekshirishni «ho'l» va «quruq» usullarda amalga oshirish mumkin. Birinchi holatda tekshirilayotgan modda suvda (yoki boshqa erituvchida) eritiladi va hosil bo'lgan eritmaga reaktivlar ta'sir ettiriladi. Ikkinchi usulda esa quruq moddalar bilan ish olib boriladi. Bunda, ko'pincha, modda tarkibi rangsiz alanganing bo'yalgan rangiga ko'ra aniqlanadi.

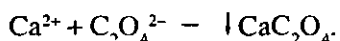
Tekshirilayotgan moddaning miqdoriga ko'ra:

1. *Makroanaliz* – analiz uchun 0,1 dan 1 g gacha quruq modda olinadi;
2. *Yarim mikroanaliz* – makroanalizga nisbatan 20–30 marta kam miqdorda modda olinadi;
3. *Mikroanaliz* – makroanalizdan 100 marta kam miqdorda modda olinadi.

Sifat analizi ko'pincha «ho'l» usulda olib boriladi, ya'ni elektrolit erituvchida eriganda ionlarga ajraladi.

Sifat analizida qo'llaniladigan reaksiyalar sezgir, to'liq va tez boradigan bo'lishi kerak. Ularning asosiy shartlari: muhit, temperatura, konsentratsiya (eritmada qidirilayotgan ionning) va h.k.

Ionlarni sifat jihatidan aniqlash uchun cho'kma hosil qiluvchi (eruvchanligi o'zgarishi), rangi o'zgaruvchi yoki ma'lum xossali gazlar hosil qiluvchi va h.k. reaksiyalar qo'llaniladi. Bunday reaksiyalar va ularda qo'llaniladigan reaktivlar berilgan ion uchun *tavsifli* deyiladi. Masalan, kalsiy ionlarini oksalat ionlari ta'sirida oq kristall cho'kma hosil bo'lishidan aniqlash mumkin:



Tavsifli reaktiv bilan boshqa ionlarni eritmada chiqarib tashlangandan keyin (shuningdek, bu reagent bilan ta'sir etishi mumkin bo'lganlarini ham) tekshirilayotgan ionni aniqlash mumkin.

Bunda reaksiyaning spetsifikligi juda muhim. *Spetsifik reaksiya* deb, eritmada boshqa ionlar mavjudligida ham aniqlanayotgan ionni tekshirish mumkin bo'lgan reaksiyalarga

aytiladi. Bunday reaksiya beruvchi reagentlar *spetsifik reagentlar* deyiladi. Masalan, ammoniy ioni uchun spetsifik reagent ishqordir, u ammoniy ioni bor eritmaga ta'sir ettirilsa, ammiak hosil qiladi, uni o'ziga xos hididan yoki lakmus rangining ko'k tusga kirishidan aniqlasa bo'ladi:



Bu reaksiya yordamida ammoniy ionini boshqa ionlar mavjudligida ham aniqlash mumkin.

Spetsifik reaksiyalardan foydalanib, izlanayotgan ionlarni tekshirilayotgan eritmaning alohida ulushlaridan (bu eritmada boshqa ionlar bo'lishidan qat'iy nazar) bevosita topish mumkin. Bu usul *bo'lib-bo'lib analiz qilish* usuli deb ataladi.

Ma'lum bir guruh ionlarini aniqlash imkonini beradigan reaksiyalar *guruhlashgan reaksiyalar*, unda ishlatiladigan reagentlar esa *guruhlashgan reagentlar* deyiladi. Masalan, Ag, Rb, Hg, Cu ionlar guruhiga reagent vodorod sulfid hisoblanadi. Bu moddalar reaksiyasi natijasida suyultirilgan kislotalarda erimaydigan sulfid cho'kmalari hosil bo'ladi.

Sifat analizi kasr analizi usuli bilan yoki sistematik analiz usulida olib borilishi mumkin.

Bir ionni spetsifik reaksiya yordamida eritmaning ma'lum bir bo'lagida analiz qilish *kasr analiz* deyiladi.

Sistematik analizda ionlar guruhlashgan reaktivlar yordamida analitik guruhlariga bo'lib olinadi. Agar ionlarning bir guruhi ikkinchi guruhini aniqlashga xalal bersa, ular maxsus reaktivlar yordamida ajratib olinib, keyin har bir turi alohida reaksiyalar yordamida aniqlanadi.

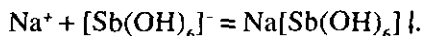
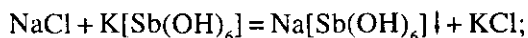
Demak, sistematik analizda faqat tekshirilayotgan ionni aniqlash reaksiyasidan foydalanmay, balki eritma tarkibidagi ionlarni bir-biridan ajratib olish reaksiyalari ham ishlatiladi. Chegaralangan ionlar soniga samara beruvchi reaksiyalar *tanlovchi* yoki *selektiv reaksiyalar* deyiladi.

Biogen elementlar kationlarining alohida sifat reaksiyalarini o'rganish

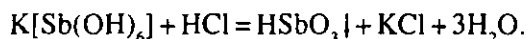
Natriy ionining – Na⁺ reaksiyasi

Reaktiv: kaliy geksagidroksostibat /V/ – K[Sb(OH)₆].

Kaliy geksagidroksostibat /V/ K[Sb(OH)₆] – neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda natriy tuzlari bilan oq kristall cho'kma – Na[Sb(OH)₆] hosil qiladi:

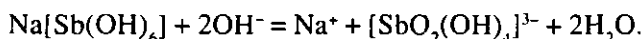
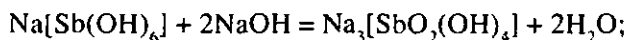


Cho'kma hosil bo'lishi eritma sovutilganda va shisha tayoqcha bilan probirka devoriga ishqalanganda tezlashadi. Tekshirilayotgan eritma nordon bo'lmashligi shart, chunki kislotali muhitda metasurma kislotasi oq cho'kmasi hosil bo'ladi:



HSbO₃ cho'kmasining xossalari tekshirish.

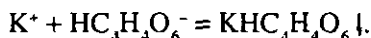
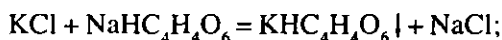
1. Cho'kma issiq suvda eriydi.
2. Cho'kma o'yuvchi ishqor eritmasida eriydi:



Kaliy ionining – K⁺ reaksiyasi

Reaktiv: natriy gidrotartrat – NaHC₄H₄O₆.

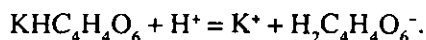
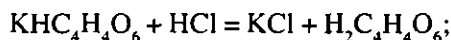
Natriy gidrotartrat NaHC₄H₄O₆ – neytral muhitda kaliy tuzlari bilan mayda kristall cho'kma hosil qiladi:



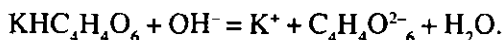
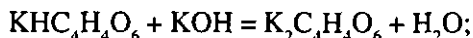
Cho'kma hosil bo'lishi sovutilganda, aralashtirilganda va probirka devori shisha tayoqcha bilan ishqalanganda tezlashadi.

KHC₄H₄O₆ cho'kmasining xossalari tekshirish.

1. Cho'kma qizdirilganda suvda eriydi.
2. Cho'kma kuchli kislotada eriydi:

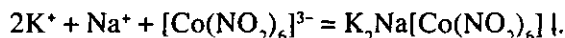
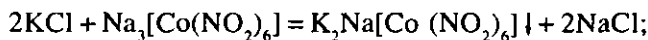


3. Cho'kma o'yuvchi ishqorli eritmalarida eriydi:

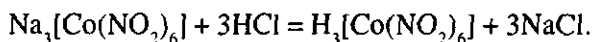


Reaktiv: natriy geksanitrokobaltat /III/ – Na₃[Co(NO₂)₆].

Natriy geksanitrokobaltat (III) Na₃[Co(NO₂)₆] kuchsiz kislotali va neytral muhitda kaliy tuzlari bilan mayda sariq kristal cho'kma – K₂Na[Co(NO₂)₆] hosil qiladi:

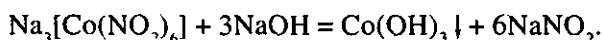


Reaksiyani neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda olib borish kerak, chunki kuchli kislotali muhitda reaktiv parchalanadi:



$\text{H}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ – beqaror modda.

Shuningdek, reaktiv ishqoriy muhitda ham parchalanadi:

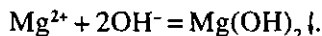
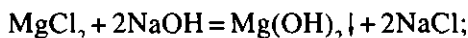


$\text{Co}(\text{OH})_3$ – to‘q qo‘ng‘ir rangli cho‘kma.

Magniy ionining – Mg^{2+} reaksiyalari

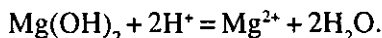
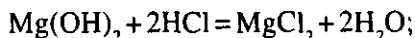
Reaktiv: natriy, kaliy gidroksid – NaOH , KOH .

O‘yuvchi ishqorlar magniy tuzlari eritmasidan oq amorf cho‘kma $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ajratadi:

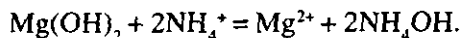
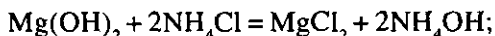


$\text{Mg}(\text{OH})_2$ cho‘kmasining xossalari tekshirish.

1. Cho‘kma kislotalarda eriydi:



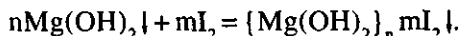
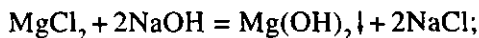
2. Cho‘kma ammoniy tuzlarida eriydi:



Petrashen reaksiyasi

Yod eritmasi (yodli suv) ishqor ishtirokida magniy tuzlari bilan to‘q qo‘ng‘ir cho‘kma hosil qiladi.

Probirkaga 2–3 tomchi yodli suv tomizib, ishqor eritmasida ho‘llangan shisha tayoqcha bilan rangi o‘zgarguncha qayta-qayta ho‘llab aralashtiriladi. Hosil bo‘lgan aralashmaga bir tomchi natriy tuzi eritmasi qo‘shiladi, to‘q qo‘ng‘ir rangli cho‘kma hosil bo‘ladi:

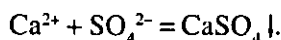
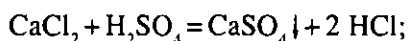


Yod va ishqor orasidagi reaksiya qaytar bo'lib, bu aralashmaga magniy ionlari tushirilganda, reaksiya teskari tomonga boradi va $Mg(OH)_2$ cho'kmasi hosil bo'lishi oqibatida muvozanat o'ngdan chapga siljiydi, bunda molekula shaklidagi yod ajralib chiqadi va oq cho'kma $Mg(OH)_2$ ustiga adsorbsiyalanib (shimilib), uni to'q qo'ng'ir tusga kiritadi. Reaksiyani ortiqcha miqdordagi ishqor ishtirokida o'tkazib bo'lmaydi.

Kalsiy ionining – Ca^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4 .

Sulfat kislota H_2SO_4 va uning suvda eriydigan tuzlari kalsiy tuzlari bilan oq kristall cho'kma $CaSO_4$ hosil qiladi:

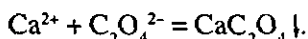
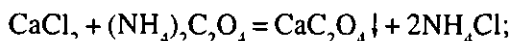


$CaSO_4$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma issiq suvda eriydi.
2. Cho'kma kislota va o'yuvchi ishqorlarda erimaydi.

Reaktiv: ammoniy oksalat – $(NH_4)_2C_2O_4$.

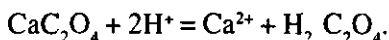
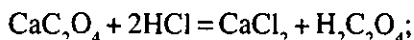
Ammoniy oksalat $(NH_4)_2C_2O_4$ kalsiy tuzlari bilan mayda oq kristall cho'kma CaC_2O_4 hosil qiladi:



Qizdirilganda cho'kma hosil bo'lishi tezlashadi.

CaC_2O_4 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

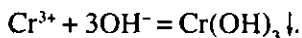
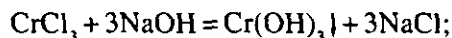
1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi, lekin BaC_2O_4 va SrC_2O_4 dan farqli ravishda, sirka kislota erimaydi:



Xrom ionining – Cr^{3+} reaksiyalari

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksid – $NaOH$, KOH .

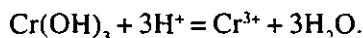
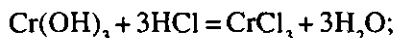
Xrom III tuzlari eritmasiga o'yuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan qo'shilganda, kulrang-yashil xrom gidroksid $Cr(OH)_3$ cho'kmaga tushadi:



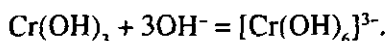
$\text{Cr}(\text{OH})_3$ cho'kmasining xossalari tekshirish.

$\text{Cr}(\text{OH})_3$ amfoter xossaga ega:

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



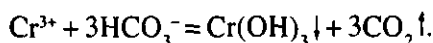
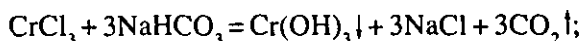
2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:



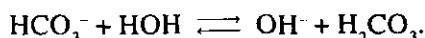
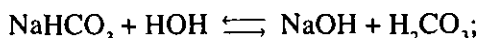
$[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ – yashil-zumrad rangli eritma.

Reaktiv: natriy gidrokarbonat – NaHCO_3 .

Natriy gidrokarbonat – NaHCO_3 xrom tuzlari eritmasiga ta'sir ettirilsa, xrom gidroksid $\text{Cr}(\text{OH})_3$ cho'kmasini hosil qiladi:



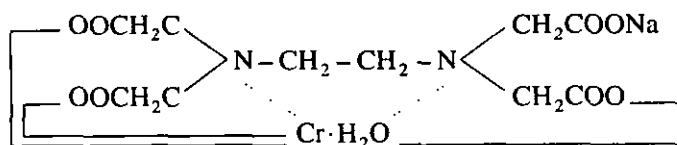
NaHCO_3 suvli eritmada gidrolizlanadi:



Shuning uchun bu tuzning suvli eritmasida HCO_3^- , OH^- va CO_3^{2-} ionlari bo'ladi. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ gidroksid $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$ ga nisbatan suvda oz erigani uchun aynan xrom gidroksid cho'kмага tushadi.

Reaktiv: komplekson III – $\text{Na}[\text{N}_2\gamma]$.

Komplekson III kuchsiz kislotali muhitda xrom kationi bilan qizdirilganda, binafsha rangli quyidagi tarkibli kompleks birikma hosil qiladi:

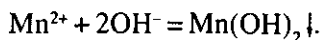
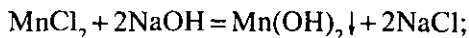


Xrom tuzi eritmasiga kerakli muhit hosil qilish uchun 2–3 tomchi CH_3COOH va CH_3COONa , so'ngra komplekson III qo'shish kerak. Eritma qizdirilganda, 2–3 daqiqadan so'ng binafsha rangga kiradi.

Marganes ionining – Mn^{2+} reaksiyalari

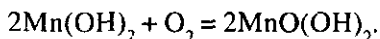
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

O'yuvchi ishqorlar marganes tuzlari eritmasidan oq cho'kma $Mn(OH)_2$ ajratadi:

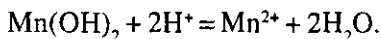
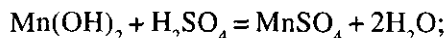


$Mn(OH)_2$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma havoda oson oksidlanib, oq rangdan to'q ko'k rangga o'tadi:

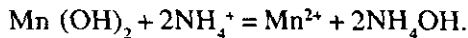
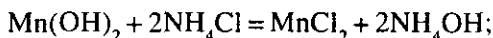


2. Cho'kma kislotalarda eriydi:



3. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida erimaydi.

4. Cho'kma ammoniy tuzlarida eriydi:



Reaktiv: oksalat kislota – $H_2C_2O_4$.

Oksalat kislota $MnO(OH)_2$ (H_2MnO_3) bilan pushti rangli kompleks ion $[Mn(S_2O_4)_3]^{3-}$ hosil qiladi.

Aniqlash usuli quyidagicha: marganes tuzi eritmasiga 2–3 tomchi KOH yoki NaOH qo'shiladi, shisha tayoqcha bilan oq cho'kma qo'ng'ir tusga kimguncha aralashtiriladi. Unda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

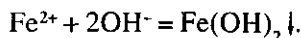
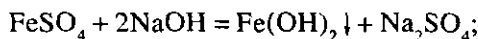


So'ngra cho'kma eriguncha shovul kislota eritmasi quyiladi va eritma tiniq pushti rangga kiradi:

**Temir (II) ionining – Fe^{2+} reaksiyalari**

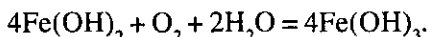
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

O'yuvchi ishqorlar Fe^{2+} tuzlari eritmalariga ta'sir ettirilganda, oq cho'kma $Fe(OH)_2$ hosil qiladi. U havoda o'z rangini qora qo'ng'ir ranggacha o'zgartiradi:

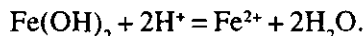
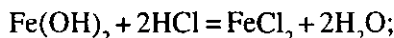


Fe(OH)₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma havoda oson oksidlanib, qo'ng'ir rangli Fe(OH)₃ ga o'tadi:

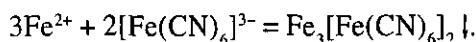
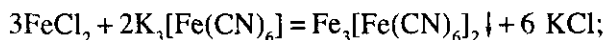


2. Cho'kma mineral kislotalar hamda sirka kislotada eriydi:



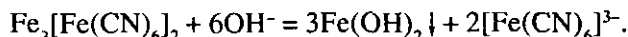
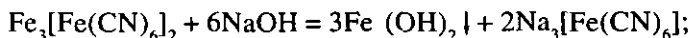
Reaktiv: kaliy geksasianoferrat /III/ – K₃[Fe(CN)₆].

Kaliy geksasianoferrat /III/ – K₃[Fe(CN)₆] Fe²⁺ ionlari bilan neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda to'q ko'k rangli cho'kma – «turnbul ko'ki» hosil qiladi:

**Fe₃[Fe(CN)₆]₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

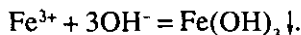
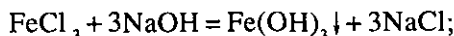
1. Cho'kma kislotalarda erimaydi.

2. Cho'kma o'yuvchi ishqorlar ta'sirida parchalanadi:

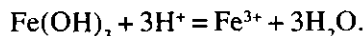
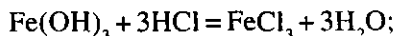
**Temir (III) ionining – Fe³⁺ reaksiyalari**

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

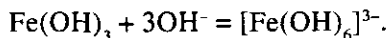
O'yuvchi ishqorlar Fe³⁺ tuzlariga ta'sir etganda qizil-qo'ng'ir rangli temir gidroksid Fe(OH)₃ cho'kmasini hosil qiladi:

**Fe(OH)₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

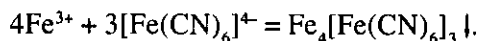
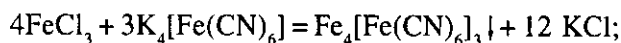


2. Cho'kma konsentrlangan ishqor eritmasida qisman eriydi:

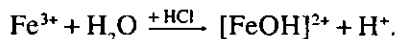


Reaktiv: kaliy geksasianoferrat /II/ – $K_4[Fe(CN)_6]$.

Kaliy geksasianoferrat /II/ – $K_4[Fe(CN)_6]$ Fe^{3+} ionlari bilan to'q ko'k rangli cho'kma – «berlin lazuri» $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ ni hosil qiladi:

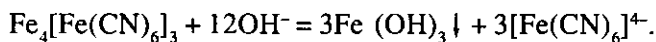
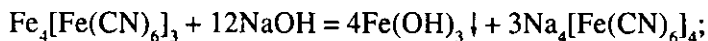


Temir tuzlari gidrolizini kuchaytirish uchun reaksiyani kuchsiz kislotali muhitda olib borish lozim:



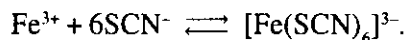
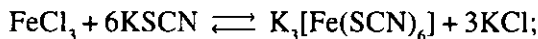
$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ cho'kmasining xossasini tekshirish.

1. Cho'kma kislotalarda erimaydi.
2. Cho'kma o'yuvchi ishqorlarda parchalanadi:



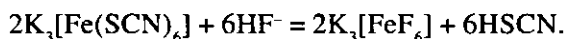
Reaktiv: ammoniy yoki kaliy tiotsianat – NH_4SCN , $KSCN$.

Kaliy va ammoniy tiotsianatlar – NH_4SCN , $KSCN$ ortiqcha olinganda, Fe^{3+} ioni bilan eritma rangini qizil qon rangiga bo'yaydigan kompleks birikma $K_3[Fe(SCN)_6]$ hosil qiladi:



$K_3[Fe(SCN)_6]$ xossalarini tekshirish.

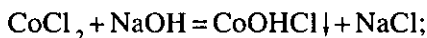
Oksalat, vino, fosfat kislotalar va ftoridlar $K_3[Fe(SCN)_6]$ bilan yanada barqaror kompleks hosil qilib, eritmani rangsizlantiradi:



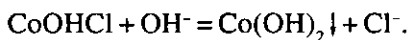
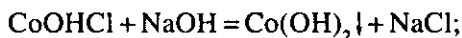
Kobalt ionining – Co^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – $NaOH$, KOH .

O'yuvchi ishqorlar asta-sekin Co^{2+} tuzlari eritmasidagi $CoOHCl$ ning ko'k rangli asosli tuzini cho'ktiradi:

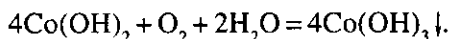


Ishqor qo'shish davom ettirilganda, asosli tuz qizil rangli $Co(OH)_2$ ga aylanadi:

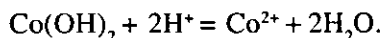
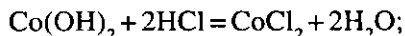


Co(OH)₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

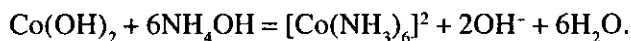
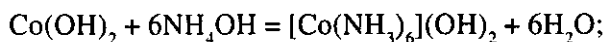
1. Cho'kma havo kislorodi ta'sirida qisman oksidlanib, kobalt (III) gidroksid Co(OH)₃ ni hosil qilishi oqibatida asta-sekin qo'ng'ir tusga kira boshlaydi:



2. Cho'kma kislotalarda eriydi:



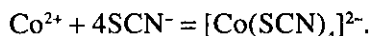
1. Cho'kma mo'l miqdordagi NH₄OH da erib, xira sariq rangli kompleks birikma hosil qiladi:



Cho'kma o'yuvchi ishqorning ortiqcha miqdorida erimaydi.

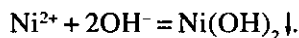
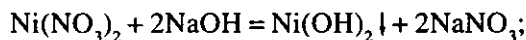
Reaktiv: ammoniy tiotsianat – NH₄SCN.

Ammoniy tiotsianat NH₄SCN Co²⁺ ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi. Kompleks birikma organik erituvchilar, masalan, atsetonda yaxshi eriydi va to'q ko'k rang hosil qiladi. Shuning uchun uni aniqlashda NH₄SCN ning atsetondagi to'yingan eritmasi ishlatiladi.

**Nikel ionining – Ni²⁺ reaksiyalari**

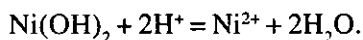
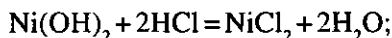
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

O'yuvchi ishqorlar Ni²⁺ tuzlari eritmasidagi och yashil rangli nikel gidroksid – Ni(OH)₂ ni cho'ktiradi.

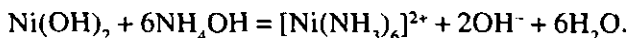
**Ni(OH)₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Cho'kma havoda barqaror;

2. Cho'kma kislotalarda eriydi:

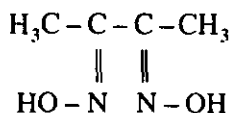


3. Cho'kma NH_4OH ning mo'l miqdorida och ko'k rangli kompleks birikma hosil qilib eriydi:

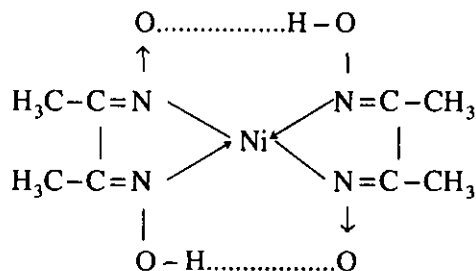


4. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida erimaydi.

Reaktiv: dimetilglioksim – Chugayev reaktivi.



Dimetilglioksim nikel ionlari Ni^{2+} bilan pH 5–10 oralig'ida qirmizi qizil rangli ichki kompleks tuzning kristall cho'kmasini hosil qiladi:

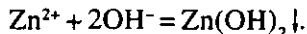
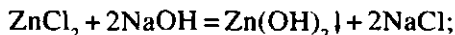


Reaksiya pH = 5 bo'lgan atsetat bufer aralashmasi ishtirokida olib boriladi. Atsetat bufer aralashma 1 tomchi CH_3COOH bilan 5 tomchi CH_3COONa ni qo'shib hosil qilinadi. Reaksiyani, isrofgarchilikka yo'l qo'ymaslik maqsadida, NH_4OH ishtirokida ham olib borish mumkin.

Rux ionining – Zn^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH , KOH .

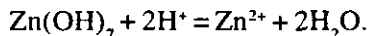
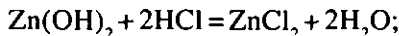
O'yuvchi ishqorlar rux tuzlari eritmasi bilan ta'sirlashib, oq amorf cho'kma $\text{Zn}(\text{OH})_2$ hosil qiladi:



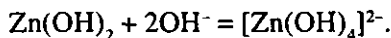
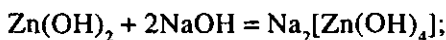
$\text{Zn}(\text{OH})_2$ cho'kmasining xossalari tekshirish.

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ amfoter xossani namoyon qiladi.

1. Cho'kma kislotalarda eriydi:

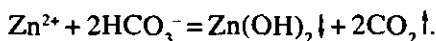
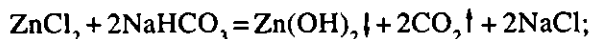


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:

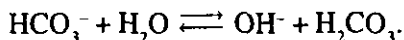
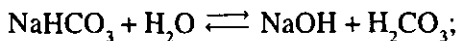


Reaktiv: natriy gidrokarbonat – NaHCO₃.

Natriy gidrokarbonat va karbonatlar rux tuzlaridagi oq rangli rux gidroksid Zn(OH)₂ ni cho'ktiradi:



Suvli eritmada NaHCO₃ gidrolizlanadi:



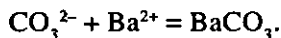
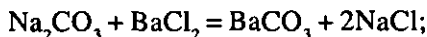
Bu tuzning suvli eritmasida Zn²⁺, HCO₃⁻, OH⁻ va CO₃²⁻ ionlari mavjud. Zn(OH)₂ ZnCO₃ ga nisbatan oz eruvchan bo'lgani uchun Zn(OH)₂ holatda cho'kadi.

Anionlarning xususiy sifat reaksiyalarini o'rganish

Karbonat ionining – CO₃²⁻ reaksiyalari

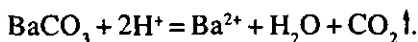
Reaktiv: bariy xlorid – BaCl₂.

Bariy xlorid BaCl₂ karbonat eritmalaridan oq kristall cho'kma BaCO₃ ajratadi:

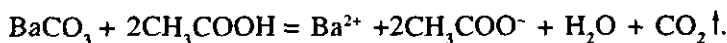
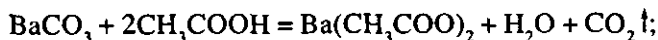


BaCO₃ cho'kmasining xossalari tekshirish

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

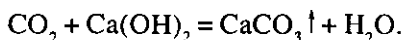
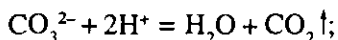
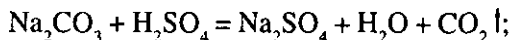


2. Cho'kma sirka kislota da eriydi:



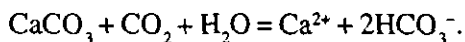
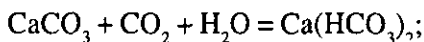
Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4 .

Suyultirilgan sulfat kislota H_2SO_4 ta'sirida karbonatlar parchalanganda CO_2 ajralib chiqadi. Karbonat anhidrid ohakli suvdan o'tkazilganda, uni loyqalantiradi. Bunda $CaCO_3$ oq cho'kmasi hosil bo'ladi:



$CaCO_3$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

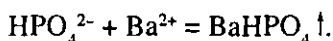
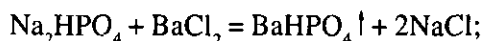
1. Uzoq vaqt $\tilde{NO}_2$ o'tkazilganda cho'kma eriydi:



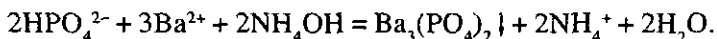
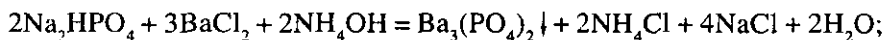
Fosfat ionining – PO_4^{3-} reaksiyalari

Reaktiv: bariy xlorid – $BaCl_2$.

Bariy xlorid $BaCl_2$ gidrofosfat eritmalaridan oq amorf bariy gidrofosfat $BaHPO_4$ cho'kmasini ajratadi:

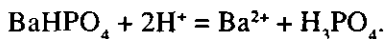
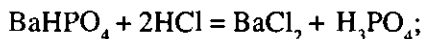


Ammoniy gidroksid ishtirokida esa bariy fosfat hosil bo'ladi:

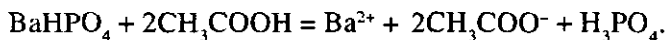
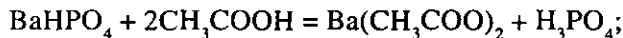


$BaHPO_4$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



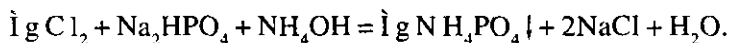
2. Cho'kma sirka kislota da eriydi:



Reaktiv: magnezial aralashma – $\text{I g Cl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$.

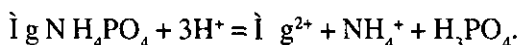
Magniy xlorid ammoniy gidroksid va ammoniy xlorid ishtirokida fosfat tuzlari eritmasidan kristall qo'sh tuz $\text{I g NH}_4\text{PO}_4$ ajratadi.

Tajribani bajarish: Na_2HPO_4 eritmasiga 3 tomchi I g Cl_2 , 3 tomchi NH_4OH va 3 tomchi NH_4Cl eritmasi qo'shilganda, oq cho'kma hosil bo'ladi:

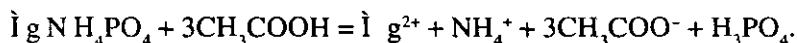


$\text{I g NH}_4\text{PO}_4$ cho'kmasining xossalari tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



2. Cho'kma sirka kislotada eriydi:



Nitrit ionining – NO_2^- reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4 .

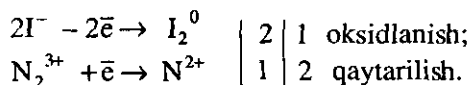
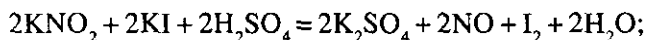
Suyultirilgan sulfat kislota nitritlarni parchalaganda qo'ng'ir tusli gaz – NO_2 ajralib chiqadi:



Reaktiv: kaliy yodid – KI .

Kaliy yodid kislotali muhitda nitritlar ta'sirida erkin I_2 gacha oksidlanadi.

Tajribani bajarish: probirkaga 2–3 tomchi H_2SO_4 , 2–3 tomchi KI eritmasi va bir necha tomchi efir tomiziladi. Ajralib chiqayotgan yod efir qatlamini binafsha rangga bo'yaydi:

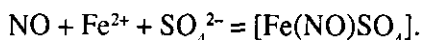
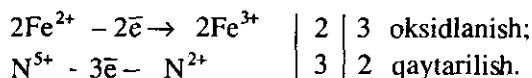
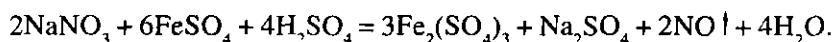


Nitrat ionining – NO_3^- reaksiyalari

Reaktiv: temir (II) sulfat – FeSO_4 .

Temir (II) sulfat FeSO_4 nitratlarni azot (II) oksid NO gacha qaytaradi. Hosil bo'lgan azot (II) oksid FeSO_4 bilan qo'ng'ir rangli kompleks birikma $[\text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}]$ hosil qiladi.

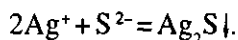
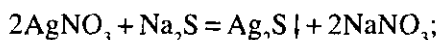
Tajribani bajarish: probirkaga KNO_3 eritmasi quyilib, bir nechta FeSO_4 kristallaridan solinadi va probirka devoriga tegizib, 1 tomchi konsentrlangan H_2SO_4 tomiziladi:



Sulfid ionining – S^{2-} reaksiyalari

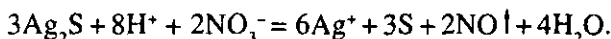
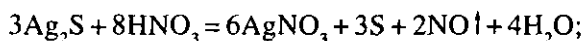
Reaktiv: kumush nitrat – AgNO_3 .

Kumush nitrat – AgNO_3 sulfid eritmalari bilan qora rangli cho'kma – kumush sulfid Ag_2S hosil qiladi:



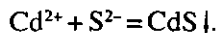
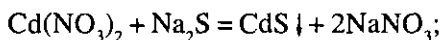
Ag_2S cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma suyultirilgan xlorid kislotada erimaydi.
2. Cho'kma ammiak eritmasida erimaydi.
3. Cho'kma suyultirilgan nitrat kislotada eriydi:



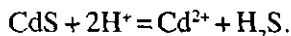
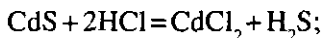
Reaktiv: kadmiy nitrat – $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$.

Kadmiy tuzlari sulfidlar bilan sariq rangli cho'kma – kadmiy sulfid CdS hosil qiladi:



CdS cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma suyultirilgan xlorid va sulfat kislotalarda eriydi:



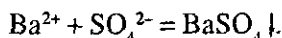
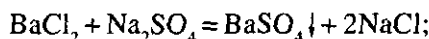
2. Cho'kma suyultirilgan nitrat kislotada eriydi:



Sulfat ionining – SO_4^{2-} reaksiyalari

Reaktiv: bariy xlorid – BaCl_2 .

Bariy xlorid BaCl_2 sulfat eritmalaridan oq kristall cho'kma – bariy sulfat BaSO_4 ajratadi.



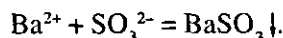
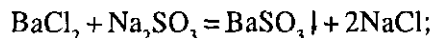
BaSO_4 cho'kmasining xossalarini tekshirish

1. Cho'kma mineral kislotalarda erimaydi.
2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida erimaydi.

Sulfit ionining – SO_3^{2-} reaksiyalari

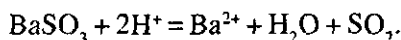
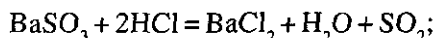
Reaktiv: bariy xlorid – BaCl_2 .

Bariy xlorid BaCl_2 sulfit eritmalaridan oq cho'kma – BaSO_3 ni ajratib chiqaradi:



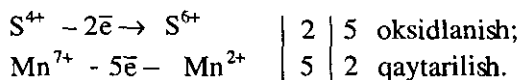
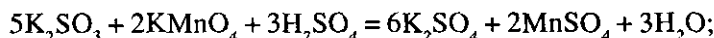
BaSO_3 cho'kmasining xossalarini tekshirish

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



Reaktiv: kaliy permanganat – KMnO_4 .

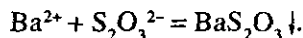
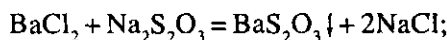
Kaliy permanganat KMnO_4 sulfat kislota ishtirokida sulfit kislota tuzi eritmasiga qo'shilganda rangsizlanadi:



Tiosulfat ionining – $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ reaksiyalari

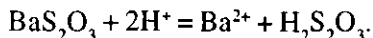
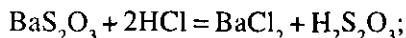
Reaktiv: bariy xlorid – BaCl_2 .

Bariy xlorid BaCl_2 tiosulfat eritmasida oq rangli cho'kma – bariy tiosulfat BaS_2O_3 ni cho'ktiradi:



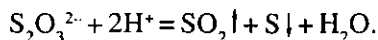
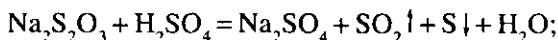
BaS₂O₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish

Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



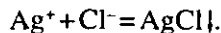
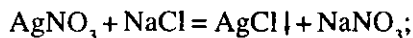
Reaktiv: sulfat kislota – H₂SO₄.

Tiosulfat eritmasiga suyultirilgan sulfat kislota qo'shib qaynatilganda, elementar olingugurt ajralishi natijasida eritma sekin-asta loyqalanadi:

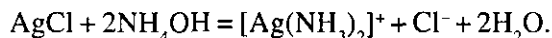
**Xlor ionining – Cl⁻ reaksiyalari**

Reaktiv: kumush nitrat – AgNO₃.

Kumush nitrat AgNO₃ xlorid eritmalaridan g'ovaksimon oq cho'kma – kumush xlorid AgCl ajratadi:

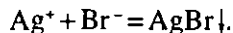
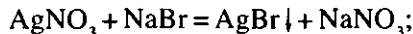
**AgCl – cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Cho'kma ammoniy gidroksidning mo'l miqdorida eriydi:

**Bromid ionining – Br⁻ reaksiyalari**

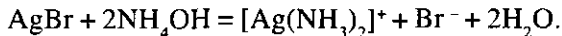
Reaktiv: kumush nitrat – AgNO₃.

Kumush nitrat AgNO₃ bromid eritmalaridan sarg'ish cho'kma – kumush bromid AgBr ajratadi:

**AgBr cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Cho'kma nitrat kislotalarda erimaydi.

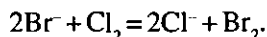
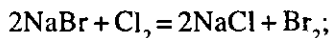
2. Cho'kma mo'l miqdordagi ammiak eritmasida qisman eriydi:



Reaktiv: xlorli suv – Cl_2 .

Xlorli suv Cl_2 kislotali muhitda bromidlardan o'ziga xos rangli erkin brom ajratadi.

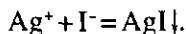
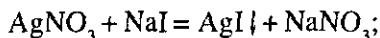
Tajribani bajarish: bromid eritmasiga 2–3 tomchi H_2SO_4 eritmasi, 2–3 tomchi xlorli suv va bir necha tomchi efir yoki benzol solinib, probirka chayqatiladi. Elementar brom efir qatlamini sariq-zarg'aldoq rangga bo'yaydi:



Yodid ionining – I^- reaksiyalari

Reaktiv: kumush nitrat – AgNO_3 .

Kumush nitrat AgNO_3 yodid eritmasidan och sariq rangli kumush yodid – AgI cho'kmasini ajratadi:



AgI cho'kmasining xossalarini tekshirish

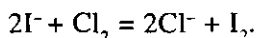
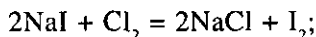
1. Cho'kma nitrat kislotali erimaydi.

2. Cho'kma mo'l miqdordagi ammiakda erimaydi.

Reaktiv: xlorli suv – Cl_2 .

Xlorli suv Cl_2 kislotali muhitda yodidlardan o'ziga xos rangli erkin yod ajratadi.

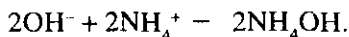
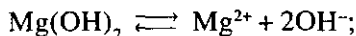
Tajribani bajarish: yodid eritmasiga 2–3 tomchi H_2SO_4 eritmasi, bir necha tomchi efir yoki benzol va 2–3 tomchi xloramin qoshib, probirka chayqatiladi. Elementar yod efir qatlamini malina-binafsha rangga bo'yaydi:



Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Nima sababdan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ammoniy tuzlarida eriydi?

Yechish: Ma'lumki, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ammoniy tuzlarida eriydi. Bu OH^- ionlarining kam dissotsiatsiyalanadigan NH_4OH hosil bo'lishi hisobiga kamayishi oqibatidir. Ammoniy tuzlari ta'sirida cho'kma-eritma o'rtasidagi muvozanat buziladi va cho'kma erish tomon siljiydi.



2- masala. Boshlang'ich modda sifatida kaliy dixromat olinsa, qanday qilib xrom-kaliyli achchiqtosh hosil qilish mumkin? 1 kg achchiqtosh olish uchun zarur bo'lgan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ massasini toping.

Berilgan:

$$m(\text{achchiqtosh}) = 1 \text{ kg};$$

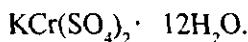
$$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{achchiqtosh}) = 499,09 \text{ g/mol};$$

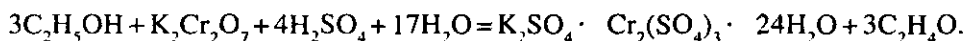
$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) - ?$$

Yechish:

Xromkaliyli achchiqtoshning formulasi:



1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan xromkaliyli achchiqtosh olish uchun Cr^{6+} ni Cr^{3+} gacha qaytarish lozim. Bu jarayonni turli qaytaruvchilar: SO_2 , HI , H_2S va boshqalar yordamida amalga oshirish mumkin. Etil spirti bilan qaytarish eng qulay hisoblanadi, chunki bu holda boshqa anorganik ionlar hosil bo'lmaydi:



2. Reaksiya tenglamasidan ko'rinadiki, 1 mol $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan 2 mol $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi. Boshqacha aytganda, 1 mol $\cdot 294,10 \text{ g/mol} = 294,10 \text{ g}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan 2 mol $\cdot 499,09 \text{ g/mol} = 998,18 \text{ g}$ $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi.

$$294,10 \text{ g } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ ————— } 998,18 \text{ g } \text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$$

$$x \text{ g } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ ————— } 1000 \text{ g } \text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$$

Proporsiya tuziladi:

$$294,10 : 1000 = x : 998,18;$$

$$x = \frac{294,10 \cdot 1000}{998,18} = 294,63 \text{ g} = 0,2964 \text{ kg}.$$

Javob: $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,2964 \text{ kg}.$

Vaziyatli masalalar

1- masala. Jarrohlik amaliyotida NaCl ning 3, 5, 10% li (massa jihatdan) gipertonik eritmaları keng ishlatiladi. 1 l 10% li NaCl eritmasini tayyorlash uchun necha g tuz olish kerak? Uning ta'siri nimaga asoslangan ($\rho = 1,11 \text{ g/ml}$)?

Javob: $m(\text{NaCl}) = 111,0 \text{ g}.$

2- masala. Mis kuporosi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ konyunktivitlarda antiseptik va bog'lovchi (yopishqoq) vosita sifatida ishlatiladi. 100,00 ml 0,25% li eritma tayyorlash uchun kerak bo'lgan shu preparat massasini aniqlang. Shu preparatda misning massa ulushi (%) qanday?

Javob: $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,25\text{g}$; $\omega\%(\text{Cu}) = 0,06\%$.

Test savollari

1. Fe^{3+} ioni qaysi reagent yordamida aniqlanadi?

- a) NaOH ; b) NH_4SCN ; d) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; e) NH_4Cl ; f) HCl .

2. Qaysi eritma fiziologik eritma sifatida ishlatiladi?

- a) 3% NaCl ; b) 0,86% KCl ; d) 0,86% NaCl ; e) 0,9% CaCl_2 .

3. Organizmda ftorning kamayishi oqibatida qanday kasallik rivojlanadi?

- a) fluorez; b) karies; d) anemiya; e) gipoterioz.

4. Mikrobiogen d-elementni ko'rsating:

- a) Ag ; b) Hg ; d) Cu ; e) Cd .

5. Yod qaysi organda yig'iladi?

- a) suyak; b) jigar; d) qalqonsimon bez; e) buyrak.

6. Mis qaysi organda yig'iladi?

- a) suyak; b) jigar; d) qalqonsimon bez; e) buyrak.

7. Organizmda yod miqdori ortib ketishi oqibatida kelib chiqadigan kasallikni ko'rsating:

- a) kamqonlik; b) karies; d) gipoterioz; e) giperterioz.

8. Analiz qilinayotgan eritmaga $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ qo'shilsa oq cho'kma hosil bo'ladi. Eritmada qaysi kation mavjud:

- a) Sn^{2+} ; b) Pb^{2+} ; d) Fe^{2+} ; e) Fe^{3+} .

9. Temir (II) kationiga xos reagentni ko'rsating

- a) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; b) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; d) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; e) KSCN .

10. Qaysi element organizmda qand almashinuviga ta'sir etadi?

- a) Mg; b) Ca; d) Fe; e) Zn.

LABORATORIYA ISHI**Biogen elementlarning kationlariga sifat reaksiyalari****1- tajriba. Ca^{2+} ioniga reaksiya**

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya:

5–6 tomchi CaCl_2 eritmasiga 5–6 tomchi reaktiv qo'shiladi, oq cho'kma hosil bo'ladi.

2- tajriba. Cr^{3+} ioniga reaksiya

NaOH reaktivi ishtirokidagi reaksiya:

5–6 tomchi CrCl_3 eritmasiga cho'kma hosil bo'lguncha reaktiv qo'shiladi.

3- tajriba. Fe^{3+} ioniga reaksiya

a) NH_4CNS reaktivi ishtirokidagi reaksiya:

4–5 tomchi FeCl_3 eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, qonga o'xshash qizil rang hosil bo'ladi.

b) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya:

4–5 tomchi FeCl_3 eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, «berlin zangorisi» hosil bo'ladi.

4- tajriba. Fe^{2+} ioniga reaksiya:

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

4–5 tomchi FeSO_4 eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, «turnbul ko'ki» hosil bo'ladi.

5- tajriba. Mn^{2+} ioniga reaksiya:

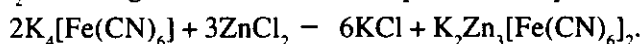
NaOH reaktivi ishtirokidagi reaksiya:

4–5 tomchi $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, oq cho'kma hosil bo'ladi.

6- tajriba. Zn^{2+} ioniga reaksiya

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya:

4–5 tomchi ZnCl_2 eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, oq cho'kma hosil bo'ladi:

**7- tajriba. Co^{2+} ioniga reaksiya**

Na_2CO_3 reaktivi ishtirokidagi reaksiya:

4–5 tomchi CoCl_2 eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, pushti rangli cho'kma hosil bo'ladi.

IV BOB

NOORGANOGEN ELEMENTLAR

Mashg'ulotning maqsadi. Talabalarni noorganogen elementlar kimyosi, ularning umumiy xossalari, toksik ta'sirlari bilan tanishtirish. Noorganogen elementlar ionlariga sifat reaksiyalari o'tkazishni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Noorganogen elementlar kimyosi tirik organizmda kechadigan (shu elementlar ishtirokida) reaksiyalar asosida tushuntiriladi. Bu elementlarning toksik ta'siri ma'lum darajada shu elementlarning tuzilishiga, turli to'qima va organlarda to'planish imkoniyatlariga va umumlashtirilgan fizik-kimyoviy xossalarga bog'liq.

Noorganogen elementlarning ionlari organizmda ma'lum miqdorda bo'lib, ko'pincha ularning biologik faoliyati, saqlanish shakli, konsentratsiyasi (to'qima va organlardagi) ma'lum bo'lmaydi. Organizmga noorganogen elementlar ozuqa mahsulotlari, havo va suv bilan kiradi.

Bu elementlar konsentratsiyasining ortishi jiddiy patologik holatlarga olib keladi. Ularni davolash uchun klinik amaliyotda xelatoterapiya usuli qo'llaniladi.

Biologik suyuqliklardagi noorganogen elementlarni sifat reaksiyalari yordamida aniqlash mumkin.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elementlar va birikmalarning xossalari o'zgarishining davriyligi va bu xossalarning D.I. Mendeleyev davriy sistemasida joylashgan o'rniga bog'liqligi.
2. Atomlarning elektron tuzilishi.
3. Molekuladagi bog'lanish turi.
4. Kimyoviy reaksiyalarni ion va molekular shakllarda ifodalash.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Noorganogen elementlarning organizmga toksik ta'siri va oqibatlari.
2. Noorganogen elementlarning tibbiyotda qo'llaniladigan dorivor preparatlar tarkibiga kirishi.
3. Noorganogen elementlar va birikmalarning kimyoviy xossalari.
4. Noorganogen element ionlariga sifat reaksiyalari.
5. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Noorganogen elementlar – organizmda ma'lum miqdorda mavjud bo'lib, biologik faoliyati o'rganilmagan va organizmda ular miqdorining ortishi jiddiy patologik oqibatlariga olib keladigan elementlardir.

Bu ta'rif shartli, chunki ushbu elementlarning biologik ahamiyati o'rganilishi oqibatida, ular biogen elementlarga yaqinlashishi mumkin.

Noorganogen elementlarga bariy, stronsiy, simob, aluminiy, qo'rg'oshin, margimush, vismut, qalay va h.k. kiradi.

Bariy (Ba). Bariy yer po'stida massa jihatdan $5 \cdot 10^{-2} \%$ ni tashkil etadi. Organizmda $1 \cdot 10^{-5} \%$ gacha uchraydi. Bariy ko'z pigmenti qavatida uchraydi. Qonda bariy miqdorining oshishi *leykoz* kasalligini keltirib chiqaradi. Bu element odam organizmi uchun zaharlidir. Bariy kalsiyni biomolekulalardan siqib chiqaradi.

Bariyning eruvchan tuzlari zaharlidir, masalan, BaCl_2 uchun havodagi cheklangan chegara qiymat miqdori $0,4 \text{ mg/m}^3$ ni tashkil etadi. Lekin bariyning sulfat tuzi tibbiyotda ishlatiladi, chunki uning eruvchanligi ($EK(\text{BaSO}_4) = 0,87 \cdot 10^{-10}$) juda kichik bo'lib, ion hosil qilish ehtimoli kam, shuning uchun bu tuz rentgenodiagnostikada ishlatiladi.

Ma'lumki, bariy silliq mushaklarga ta'sir etadi, qon bosimini orttiradi, yurak urishini tezlashtiradi, onkologik kasalliklarni keltirib chiqaradi. Organizmda bariy miqdori ortsa, *gastroentrit* va *leykotsitoz* kuzatiladi.

Bariy kalsiyning antagonistisi hisoblanadi va kalsiy yetishmasligidan suyaklar deformatsiyasi va sinuvchanligi ortib, *bariyli raxit* rivojlanadi.

Bariyning suvda eriydigan birikmalari kemiruvchilarga qarshi kurashishda ishlatiladi. Fiziologik nuqtayi nazardan BaCl_2 – kuchli zahar. Bariyning BaCO_3 , BaSO_3 va boshqa xlorid kislotada (me'da shirasidagi) eriydigan birikmalari ham organizmga toksik ta'sir etadi. BaSO_4 me'da shirasida erimasligi sababli, rentgenoskopiyada ishlatiladi.

Stronsiy (Sr). Yer postida $4 \cdot 10^{-2} \%$ miqdorda bo'ladi. U yuqori va past organizmlar suyak tarkibida uchraydi.

Atom elektrostansiyalari ishlash jarayonida radioaktiv stronsiy ajraladi va organizmda yig'ilib, kamqonlik, *leykoz* va saraton kasalligini keltirib chiqadi. Stronsiy ko'pincha kalsiy miqdori ko'p, magniy miqdori kam bo'lgan organlarda uchraydi. Stronsiy organizmga tushgandan so'ng fosfatli birikmalardagi Ca^{2+} ning o'rini egallaydi. Bu birikma suyak to'qimasining asosini tashkil etadi va stronsiyli raxitni keltirib chiqaradi. Bu elementni organizmdan chiqarib yuborish imkoniyati juda oz, shu sababli to'qimalar doimiy ichki nurlanishga uchrab turadi va *leykemiya* kelib chiqadi.

Kadmiy (Cd). Yer po'stida $1,35 \cdot 10^{-5} \%$ uchraydi. Agar uning tuproqdagi miqdori 3 mg/kg ga yetsa, uning o'simliklar biomassasidagi konsentratsiyasi $0,4 \text{ mg/kg}$ ga yetib, odam va hayvon organizmida toksik oqibatlar keltirib chiqaradi. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-4} \%$ gacha uchraydi. Bu mikroelementning biologik faoliyati aniqlanmagan.

Organizmدا kadmiy miqdorining ko'payishi qon bosimining ortishi, suyaklarning deformatsiyalanishiga va Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} kabi biometallar ionlarining siqib chiqarilishiga (Cd bioligandlar bilan barqaror kompleks hosil qiladi) olib keladi. Kadmiy, shuningdek, kanserogen xossaga ega.

Kadmiy ko'pgina fermentlarning ingibitoridir, u uglevod almashinuviga ta'sir etib, qondagi qand miqdorini boshqarib turishi aniqlangan.

Simob (Hg). Yer po'stida $7 \cdot 10^{-6} \%$ uchraydi. Dengiz suvi tarkibida uning miqdori 0,0001111 mg/l ni tashkil etadi. Organizmدا $1 \cdot 10^{-6} \%$ simob bo'ladi. Kuniga organizmga 0,002–0,005 mg simob kiradi. Simob komplekslari barqaror, shu xususiyati bilan fermentlarni ingibirlaydi. Kadmiyga nisbatan kompleks birikmalarining barqarorligi yuqori bo'lgani sababli simob oqsillar bilan bog'lanib, ularni denaturatsiyaga uchratadi. Simob organizmدا to'planadi va chiqib ketishi juda qiyin bo'ladi.

Zamonaviy tasavvurlarga ko'ra, simobning organik birikmalari ferment zaharlari hisoblanadi.

Simob nihoyatda zaharli bo'lib, uning organizmga kirishi me'da-ichak sistemasi, buyrak, jigar va turli bezlar faoliyatini buzib, o'limga olib keladi. Organizmga nafas yo'llari orqali kirgan simob bug'lari markaziy nerv tizimini zaharlaydi, quloq, tomoq va burun xastaliklariga olib keladi. Shuningdek, simob qalqonsimon bez faoliyatini ham buzadi.

Metall holidagi simob va uning birikmalari juda zaharlidir.

Organik birikmalaridan metil simob, etil simob kabilar juda zaharlidir.

Simob ionlari oqsillar bilan mustahkam bog'lanib, erimaydigan albuminli birikmalar hosil qiladi va ichak, buyrakning zaharlanishiga olib keladi.

Simob bilan zaharlanishda me'da-ichak sohasida kuchli og'riq paydo bo'ladi, qayt qilish kuzatiladi, axlat bilan qon ajraladi, oshqozon va ichakda yara hosil bo'ladi, nekroz kuzatiladi.

Doimiy zaharlanishda soch, qosh, kiprik va tishlar to'kiladi. Asab sistemasi ishdan chiqadi, qon aylanishi buziladi. Shuning uchun sanoatda havo tarkibidagi simobning miqdori $1 \cdot 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ dan oshmasligi kerak. Zaharlanganda sut, tuxum oqsili iste'mol qilinadi, chunki oqsil simobni me'dada cho'ktiradi.

Aluminiy (Al). Yer po'stida 8,8% uchraydi. Bu element organizmning $8,7 \cdot 10^{-5} \%$ ini tashkil etadi. Organizmدا oksikislotalar, polifenol, uglevodlar, lipid va hokazolar bilan kompleks holda bo'ladi.

Aluminiy odamning organ va to'qimalari tarkibiy qismiga kiradi. Havodagi miqdori 0,5 mg/dm³ dan oshmasligi kerak. Aks holda, u biologik faol moddalar metabolizmini buzadi.

Aluminiy ichakda fosfatlar bilan birikib, to'qimalardagi modda almashinuvining buzilishiga sabab bo'ladi.

Organizmدا uning miqdori ortib ketishi suyaklarda raxit kasalligini keltirib chiqaradi. U bosh miya, o'pka, jigar, taloq, buyrak va suyaklarda ko'p miqdorda to'planadi.

Aluminiy to'qima oqsillari bilan barqaror birikma hosil qilib, modda almashinuvini buzadi.

Aluminiy fermentlar faolligini susaytiradi. Masalan, laktatdegidrogenaza, ishqoriy fosfataza, aldolaza faolligiga ta'sir ko'rsatadi.

Kompleks hosil qilish xususiyatiga ko'ra gemoglobin sintezini to'xtatadi, qon hosil bo'lishidagi fermentlar faoliyatini susaytiradi.

Aluminiy magniy ionlariga antagonist bo'lib, ribosomalarning makro tuzilishini buzadi va nuklein kislotalar sinteziga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Oqibatda, saraton kasalligi rivojlanadi.

Aluminiyning organizmda ko'payishi neyrotoksik zaharlanishni keltirib chiqaradi. Uning dorivor preparatlari bog'lovchi va dezinfeksiyalovchi xususiyatga ega.

Qo'rg'oshin (Pb). Yer po'stida $7 \cdot 10^{-6} \%$ uchraydi. U organizmning $1 \cdot 10^{-4} \%$ ini tashkil etadi. Havoda 0,01 mg/kg bo'lganda, letal holat keltirib chiqaradi.

U motor yoqilg'isi tarkibida bo'lib, atmosferada yig'iladi va havoni ifloslaydi. Shu yo'l bilan organizmga kiradi. Qo'rg'oshin hujayralarning protoplazmasi uchun zaharli hisoblanadi. Nafas olish organlarida uning bug'lari to'planadi va o'pkaga so'riladi.

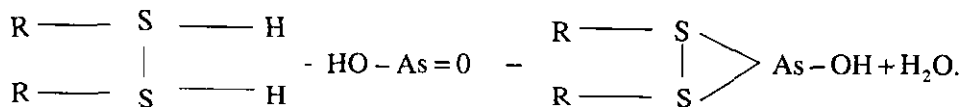
Qo'rg'oshinning asosiy qismi qizil qon tanachalarida to'planadi (40–45%). Qo'rg'oshin ionlari organizmga tushib, miyada qora dog'lar hosil qiladi, asab sistemasining va buyrak funksiyasining buzilishiga olib keladi, *anemiyani* rivojlantiradi. Zaharlanish belgilari: quvvatsizlik, kamqonlik, bosh aylanishi, shol.

Qo'rg'oshin bilan zaharlanganda davolash uchun tuxum oqsili, askorbin kislota ishlatiladi.

Margimush (As). Yer po'stida $1,7 \cdot 10^{-4} \%$ uchraydi. Bu element barcha tirik organizmlar uchun zaharlidir. Organizmda $1 \cdot 10^{-6} \%$ uchraydi. Havodagi miqdori 0,30mg/m³ dan, suvda 0,05mg/l dan oshmasligi kerak. Sanoat korxonalari chiqindilari havo va suvning shunday ifloslanishiga olib kelishi mumkin.

Organizmga oziq-ovqatlar bilan kuniga 1 mg atrofida margimush tushadi. U asosan eritrotsitlarda, taloqda, oqsil to'qimalarida uchraydi. Organizmdagi 0,1–0,3 g miqdori o'limga sabab boladi.

As (III) birikmalari – *arsenitlar* ferment va oqsillarning –SH guruhlariga ta'sir etib, ularni ingibirlaydi:



Margimush birikmalaridan AsH₃ – arsenning zaharli oqibatlari kuchlidir. U gem faolligini ingibirlaydi. Buning natijasida eritrotsitlar gemolizga uchrab, buyrak kanallari tiqilib qoladi va organizmning sarg'ayishiga olib keladi.

Arsenat ionlari ATF sintezini ingibirlaydi. Pirouzum kislotasining metabolizmini susaytiradi. Bu esa uglevod, aminokislotalar va lipidlar metabolizmining buzilishiga olib keladi. Uning organizmda ortishi «qorason» kasalligiga sabab bo'ladi.

Katta miqdorda zaharli hisoblangan margimush ozgina dozada yurak-qon tomir faoliyatiga, qon ishlab chiqarishga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Vismut (Bi). Ichimlik suvida mavjud bo'lgani uchun suv va oziq-ovqatlar orqali organizmga bir sutkada 20 mkg tushadi. Organizmda $1 \cdot 10^{-6} \%$ uchraydi. Vismut jigar, buyrak va ichki sekretiya bezlarida oz miqdorda bo'ladi.

Vismut tuzlari organizmga tushib, oson gidrolizlanadi va oz eriydigan birikmalar hosil qiladi. Me'da ichak sistemasida aminoguruh tutgan ligandlar bilan barqaror kompleks hosil qiladi va toksik ta'sir etadi, ya'ni aminokarboksipolipeptidaza birikmalari kabilarni ingibirlaydi.

Vismut ionlari yurak faoliyatini susaytiradi. Asosan buyrakda to'planib, uning faoliyatini buzadi, terida yig'ilib, *dermatit* kasalligini keltirib chiqaradi.

Vismutning eruvchan birikmalari zaharlidir.

Surma (Sb). Organizmda $1 \cdot 10^{-6} \%$ uchraydi. Tibbiy-biologik xossalariga va farmakologik ta'siriga ko'ra, u margimushga o'xshaydi, ammo uning birikmalari nisbatan kamroq zaharli. Surma va uning birikmalari suyaklarda, buyrak va taloqda to'planadi.

Surmaning 0,12 g miqdori odam uchun letal miqdor hisoblanadi.

Qalay (Sn). Yer po'stida $8 \cdot 10^{-3} \%$ uchraydi. Bu metall organizmda $1 \cdot 10^{-4} \%$ ni tashkil etadi. Organizmga ozuqa bilan sutkasiga 1 mg tushib turadi, konservalangan mahsulotlarda uning miqdori 38 mg gacha yetadi. Qalay jigar, o'pka, buyrak va eritrotsitlarda to'planadi. U anemiyaga sabab bo'ladi, oqibatda, qizil qon tanachalari va gemoglobin kamayadi.

Uning organizmda ko'payishi teri, yuqori nafas olish organlarini zaharlaydi va asab kasalliklarini chaqiradi. Qalay bilan zaharlangan 59% bemorlarda ensefalopatiya, 38% ida aqliy zaiflik kuzatiladi.

Tibbiyotda quyidagi noorganogen elementlarning preparatlari qo'llaniladi:

BaSO_4	bariy sulfat	Me'da-ichakning rentgenologik tekshiruvlarida qo'llaniladi
BaS	bariy sulfid	Teridan sochlarni olib tashlashda ishlatiladi
^{89}Sr va ^{90}Sr	stronsiy izotoplari	Nur terapiyasida ishlatiladi
Cd	kadmiy	Stomatologiyada tishlarni plombalashda ishlatiladi
$\text{Al}(\text{OH})_3$	aluminium gidroksid	Adsorbirlovchi moddalar

$KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$	kvasslar	Teri va shilliq pardalar yallig'lanishida ishlatiladi
Al_2S_3	aluminium sulfid	Stomatologiyada ishlatiladi
Sb birikmalari	surma	Leyshmaniozni davolashda ishlatiladi
As_2S_3	margimush sulfid	Stomatologiyada ishlatiladi
$Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$		Kamqonlikda tinchlantiruvchi va quvvatlantiruvchi preparat
Margimush birikmalari Aminarson Novarsenol Miarsenol		Amebioz, sifilis kasalliklarini davolashda ishlatiladi
$BiOOH$ $BiONO_3$		Me'da-ichak kasalliklarini davolashda, surtmasi esa teri shamollashida ishlatiladi
Vismut birikmalari dermatol, bismoverol, biyoxinol – kentabismol		Me'da-ichak kasalliklarini davolashda, surtmasi esa teri shamollashida ishlatiladi, Sifilisni davolashda qo'llaniladi
$HgCl_2$	sulema	Teri kasalliklarini davolashda qo'llaniladi
$HgO, -HgNH_2Cl$		Teri kasalliklarini davolashda qo'llaniladi
Hg_2Cl_2	Kalomel	Ko'zning shoh pardasini davolashda ishlatiladi
PbO	Qo'rg'oshin yaltirog'i	Plastir ko'rinishida terining yiringli kasalliklarida, furunkulda qo'llaniladi
Qalay, kumush va oltin qotishmalari		Stomatologiyada ishlatiladi
Qo'rg'oshin birikmalari $KC_4H_4O_6(SbO) \cdot H_2O$		Gelmintoz, teri kasalliklarida ishlatiladi

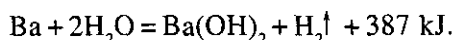
4.1. Noorganogen elementlarning kimyoviy xossalari

Bariy (Ba). Tabiatda sulfatlar, karbonatlar, silikatlar ko'rinishida uchraydi. Muhim minerallari: barit BaSO_4 , viterit BaCO_3 va h.k.

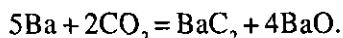
Bariy – qayishqoq metall ($t_{\text{suyuq}} = 710^\circ\text{C}$, $t_{\text{qayn.}} = 1696^\circ\text{C}$). 7 ta barqaror izotopdan iborat. Ulardan eng ahamiyatlisi ^{140}Ba va ^{133}Ba . Bariy atomi katta hajmli va kam qutblanuvchi bo'lgani uchun barqaror kompleks birikmalar hosil qilmaydi.

Bariy havoda kislorod bilan reaksiyaga kirishib, oksid qatlami hosil qiladi, shuning uchun germetik idishlarda saqlanadi. Nisbatan kimyoviy faol metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. Galogenlar bilan galogenidlar hosil qiladi: BaG_2 , bu yerda: G^- , F^- , Cl^- , Br^- , I^- .

Bariy suv bilan reaksiyaga kirishadi:



Oddiy sharoitda uglerod (IV) oksid bilan ta'sirlashadi.

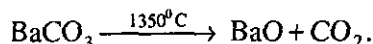


Metall holdagi Ba – kuchli qaytaruvchi.

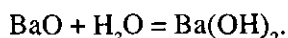
Bariy gidrid BaH_2 vodorod atmosferasida bariyni qizdirish yoli bilan olinadi:



BaO elementlardan to'g'ridan-to'g'ri sintezlanadi yoki karbonatlar va nitratlarni termik parchalab olinadi:

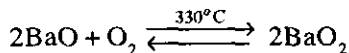


BaO suvda erib, bariy gidroksidi hosil qiladi. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – bariyli suv:



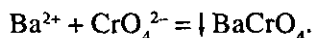
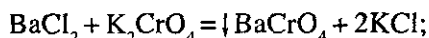
$\text{Ba}(\text{OH})_2$ – bariy gidroksid kuchli asosli xossani namoyon qiladi.

BaO_2 – bariy peroksidi BaO ga kislorod ta'sir ettirish yoli bilan olinadi:

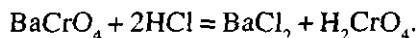


BaO_2 – qiyin eruvchi modda.

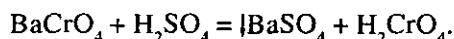
Bariy tuzlari kaliy xromat bilan birikib, sariq cho'kma hosil qiladi:



BaCrO_4 nitrat, xlorid va sirka kislotada eriydi:



Sulfat kislotada oq cho'kma hosil qiladi:

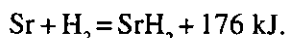


Stronsiy (Sr). Yer po'stida $4 \cdot 10^{-20} \%$ uchraydi. Stronsiyning radioaktiv izotoplari juda zaharlidir. Uning 4 ta izotopi bor: ^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr , ^{88}Sr . Stronsiy – yengil metall. U tashqi pog'onasidagi 2 ta s-elektronini juda oson yo'qotadi, shuning uchun u faqat Sr^{2+} ion hosil qiladi.

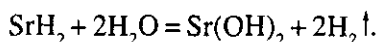
Stronsiy kislorod bilan shiddatli reaksiyaga kirishgani sababli parafin moyi, petrolei efiri, kerosin ostida saqlanadi. Havoda stronsiy oksid parda (SrO , qisman SrO_2) bilan qoplanadi va oson parchalanadigan nitrid Sr_3N_2 holida ham bo'ladi.

Stronsiy kuchli qaytaruvchi.

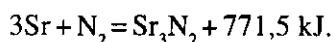
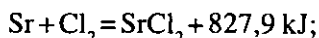
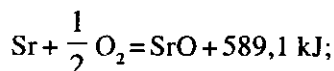
Qizdirilganda vodorod bilan gidrid hosil qiladi:



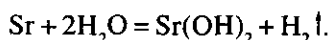
Bu gidrid suv bilan reaksiyaga kirishadi:



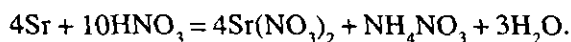
Stronsiy qizdirilganda kislorod, galogenlar, oltingugurt, azot bilan reaksiyaga kirishadi:



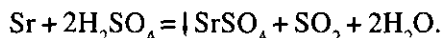
Stronsiy suv bilan tez ta'sirlashadi:



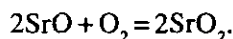
Kislotalarda oson erib, tuz hosil qiladi, suyultirilgan HNO_3 bilan reaksiyaga kirishadi:



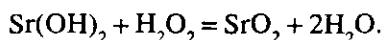
Konsentrlangan H_2SO_4 bilan asta-sekin ta'sirlashadi:



Stronsiy peroksid SrO_2 quyidagi reaksiya natijasida olinishi mumkin:

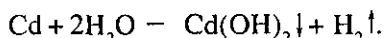


Stronsiy gidroksid vodorod peroksid bilan ta'sirlashadi:

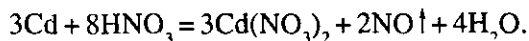


Stronsiy tuzlari bariy tuzlariga nisbatan yaxshiroq, ammo kalsiy tuzlaridan sustroq eriydi. Uning galogenidlari, nitratlari, atsetat, xloratlari yaxshi eruvchan. Uchuvchan tuzlari pirotexnika (mushakbozlik)da, raketa sanoatida ishlatiladi.

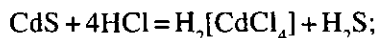
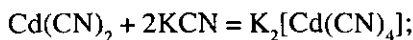
Kadmiy (Cd). Kadmiy tabiatda erkin holda uchramaydi. U minerallar tarkibida bo'ladi. Kadmiy – og'ir, yumshoq metall. Havoda yuzasi himoya oksid pardasi bilan qoplanadi. Yuqori temperaturada suv bilan ta'sirlashadi:



$\text{Cd}(\text{OH})_2$ amfoter xossaga ega. U oq bo'linuvchan cho'kma. Havoda qizdirilganda jigarrang oksid hosil qiladi. Asoslarda erimaydi, suyultirilgan kislotalarda asta-sekin eriydi. HNO_3 , HCl , H_2SO_4 da qizdirilganda eriydi:



Kadmiy galogenlar bilan ta'sirlashib, galogenidlar hosil qiladi: CdF_2 , CdCl_2 , CdBr_2 , CdI_2 . Vodorod bilan gidrid CdH_2 , azot bilan nitrid Cd_3N_2 , oltingugurt bilan sulfid CdS hosil qiladi. Kadmiy birikmalari kompleks birikmalar hosil qilishga moyildir:

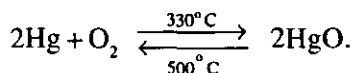


Kadmiyning barcha tuzlari zaharli.

Simob (Hg). Simob tabiatda minerallar tarkibida bo'ladi. Yer po'stida 7 ta barqaror izotopi mavjud.

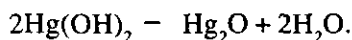
Simob – yaltiroq kumush rang oq metall. U oddiy sharoitda suyuq holda bo'ladi.

Oddiy temperaturada simob kislorod bilan ta'sirlashmaydi, qizdirilganda ($350 - 400^\circ\text{C}$) esa qizil rangli oksid HgO hosil qiladi, yuqoriroq temperaturada bu modda kislorod va simobgacha parchalanadi:



Quyi oksidi Hg_2O da – Hg – Hg– bog' tufayli simobning valentligi 2 ga teng, oksidlanish darajasi esa +1 ga teng. Bunday bog'lanish simob (I) tuzlarining eritmasida ham mavjud: $\text{Cl} - \text{Hg} - \text{Hg} - \text{Cl}$.

Simob gidroksidi $\text{Hg}(\text{OH})_2$ eritmada hosil bo'lishidayoq, simob (I) oksid Hg_2O bilan suvga ajraladi:

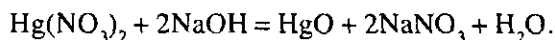


Simob kislotalarda erib, tuzlar hosil qiladi:

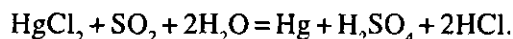
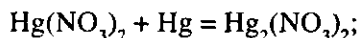


Kuchlanish qatorida simob vodoroddan keyin joylashgan, shuning uchun suvdan va kislotalardan H_2 ni siqib chiqara olmaydi.

Simob tuzlariga ishqorlar qo'shilganda, oksidlar hosil bo'ladi:

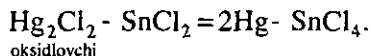
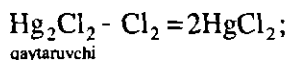


Simob birikmalari oson qaytariladi (simob (I) tuzlari va metallgacha):

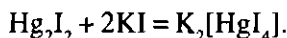


Oddiy sharoitda galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi.

Sharoitga qarab, Hg_2^+ oksidlovchi va qaytaruvchi bo'lishi mumkin:



Simobning galogenli hosilalari ishqoriy metallarning galogenidlari bilan turli xil kompleks birikmalar hosil qiladi. Masalan, suvda oz eriydigan simob yodid (II) kaliy yodid bilan tetrayod (II) gidrargirat kaliy hosil qiladi:



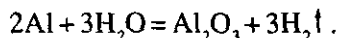
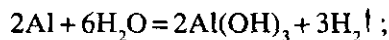
Shu kabi simobning misli $Cu_2[HgI_4]$ va kumushli $Ag_2[HgI_4]$ komplekslari bo'lib, temperatura o'zgarsa, o'z rangini o'zgartiradi va shu xususiyatiga ko'ra termoskopiya qo'llaniladi.

Aluminiy (Al). Tabiatda keng tarqalgan element. Yer yuzida tarqalishiga ko'ra, kisloroddan keyin uchinchi o'rinni egallaydi. 250 dan ortiq minerallari mavjud: boksit $Al_2O_3 \cdot xH_2O$, kaolinit $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, nefelin $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ va boshqalar. 1 ta tabiiy izotopi bor.

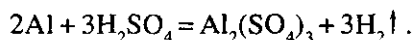
Aluminiy kumushsimon oq rangli metall, (zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$). U egiluvchan, issiqlik va elektrni yaxshi o'tkazadi.

Kimyoviy xossalriga ko'ra, juda faol element hisoblanadi. Xona temperaturasida kislorod bilan ta'sirlashadi. Al_2O_3 himoya pardasi hosil qiladi va bu parda uni keyingi oksidlanishdan saqlaydi.

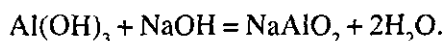
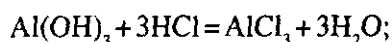
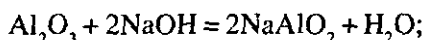
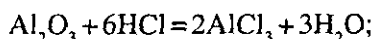
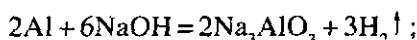
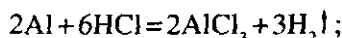
Agar himoya pardasi tozalab tashlansa, metall suv bilan reaksiyaga kirishadi:



Aluminiy suyultirilgan kislotalarda eriydi:



Aluminiy, uning oksidi va gidroksidi amfoter xossaga ega:



Aluminiy konsentrlangan HNO_3 bilan ta'sirlashmaydi.

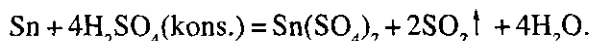
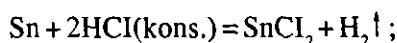
Qizdirilganda galogenidlar hosil qiladi. $700^\circ\text{--}2000^\circ\text{C}$ gacha qizdirilganda oltingugurt, azot, uglerod bilan reaksiyaga kirishib, sulfidlar, nitridlar, karbidlar hosil qiladi.

Aluminiy ko'pgina metallarni (marganes, xrom, vanadiy va boshqalar) ularning oksidlaridan qaytaradi – aluminotermiya jarayonida qatnashadi.

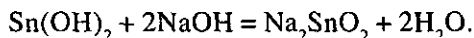
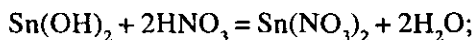
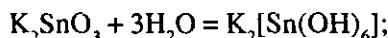
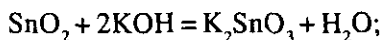
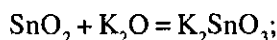
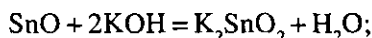
Aluminiy ko'pgina metallar bilan yengil qotishmalar hosil qiladi. Aluminiy texnikada va sanoatda keng qo'llaniladi.

Qalay (Sn), qo'rg'oshin (Pb) kamyob va kam eruvchan metallardir. Qalay oq kumushsimon yaltiroq metall, qo'rg'oshin esa yuzasi kulrang-ko'kish tusli yaltiroq metall, lekin havo kislorodi ta'sirida tez xiralashib qoladi.

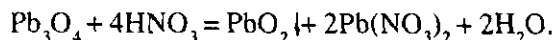
Qalay havoda uzoq vaqt o'zgarmay saqlanib turadi, ya'ni oksidlanmaydi. Lekin suyuqlanish temperaturasiga qadar qizdirilganda SnO_2 ga aylanadi. Suyultirilgan xlorid va sulfat kislotalar qalayga juda sekin ta'sir etadi. Xlorid kislotaning konsentrlangan eritmasi qalayni SnCl_2 gacha, konsentrlangan sulfat kislota esa $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ gacha oksidlaydi:



Qalay oksidlari va qalay gidroksidi amfoter xossaga ega. SnO qaynoq konsentrlangan ishqorlar bilan, SnO_2 esa suyultirilganda ishqoriy metall oksidlari bilan yoki ishqorlar bilan metastannatlar, suv ishtirokida esa geksohidrostannatlar hosil qiladi:

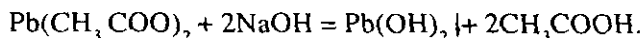


Qo'rg'oshin suv bilan ta'sirlashmaydi, lekin havo kislorodida oksidlanib, avval sariq PbO_2 , keyin esa och qizil Pb_3O_4 hosil qiladi. Pb_3O_4 nitrat kislota bilan reaksiyaga kirishadi:

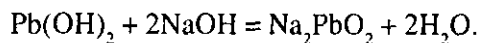
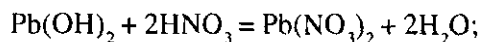


PbO va PbO_2 – amfoter oksidlar. PbO ning asosli xossalari, PbO_2 ning kislotali xossalari kuchliroq.

Qo'rg'oshin (II) ning suvda eriydigan tuzlariga ishqor ta'sir ettirib, qo'rg'oshin (II) gidroksid olinadi:



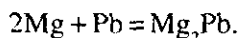
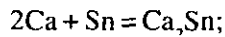
Qo'rg'oshin (II) gidroksid amfoter xossaga ega, uning kislotali xossasi asosli xossasidan ustunroqdir:



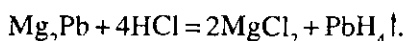
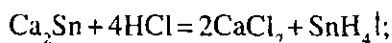
Sn^{2+} birikmalari kuchli qaytaruvchi, Pb^{4+} birikmalari esa kuchli oksidlovchidir.

Sn (IV) va Pb (IV) oksidlariga kuchsiz kislotalar mos keladi: H_2SnO_3 va H_2PbO_3 .

Bu elementlar o'ta elektromusbat elementlar bilangina manfiy oksidlanish darajasini namoyon qiladi:



Ca_2Sn va Mg_2Pb birikmalari xlorid kislota bilan ta'sirlashganda, beqaror zaharli gazlar ajraladi:



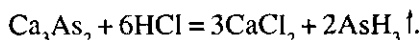
Qalay va qo'rg'oshin ko'plab birikmalar hosil qiladi, bunda ular 2 va 4 valentli holda bo'ladi. Bu elementlar 6 va 8 koordinatsion sonli barqaror komplekslar hosil qiladilar. Qo'rg'oshin ionlari oqsil va fermentlarning sulfhidril guruhlar bilan kompleks hosil qiladi.

Margimush (As), surma (Sb) va vismut (Bi). Yer qobig'idagi miqdori oz bo'lib, rudalar tarkibida uchraydi. Bu elementlarning ba'zilar erkin holda uchrashi ham mumkin. Margimush va surma bir necha allotropik holatlarda bo'ladi. Margimush ko'pincha +5 yoki +3, surma asosan +3 (gohi +4), vismut esa ko'pincha +3 (faqat kuchli oksidlovchilar ishtirokida +5 ga o'tadi) oksidlanish darajasini namoyon etadi.

Suvda va organik erituvchilarda erimaydi. Havoda margimush va vismut oksid parda bilan qoplanadi. Havoda qizdirilganda bu elementlar Me_2O_3 oksidi hosil qilib yonadi. Ularning gidroksidi amfoter, $As(OH)_3$ ning kislotaliligi, $Bi(OH)_3$ ning asosliligi ko'proq kuzatiladi. Arsenit kislota H_3AsO_3 faqat eritma holida mavjud bo'ladi. Stibit kislota H_3SbO_3 oq cho'kma bo'lib, uning tuzlari ammonitlar deb ataladi.

Bu kislotalar dissotsiatsiyalanganda suv ajraladi va kuchsiz kislotalar hosil bo'ladi: HAsO_2 metaarsenit kislota va HSbO_2 metastibit kislota. Yuqori oksidlari As_2O_5 va Sb_2O_5 ga arsenat kislota H_3AsO_4 va stibiat kislota H_3SbO_4 mos keladi. Ularning tuzlari *arsenatlar va antimonatlar* deyiladi, ular suvda qiyin eriydi.

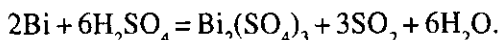
MeH_3 ning metalli birikmalariga kislotalar ta'sir ettirib olinadi:



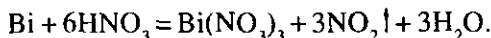
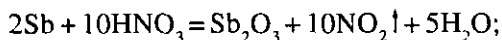
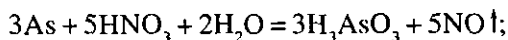
Gazsimon gidridlar: AsH_3 – arsin, SbH_3 – stelogen va BiH_3 – vismutinlar beqaror zaharli moddalardir.

AsH_3 va SbH_3 – kuchli qaytaruvchilardir.

Bu elementlar oddiy sharoitda suv bilan ta'sirlashmaydi. Ular faqat oksidlovchi xossali kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:



As, Sb, Bi konsentrlangan nitrat kislota eriydi:



Sulfidlari rangli bo'lib, shu elementlarning sifat analizida ishlatiladi.

As_2S_3 va As_2S_5 sariq, surma sulfidlari Sb_2S_3 va Sb_2S_5 zarg'aldoq, Bi_2S_3 esa qora rangli.

Bu elementlar galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi. Bir valentli metall xloridlari bilan kompleks hosil qiladi.

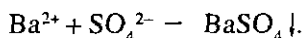
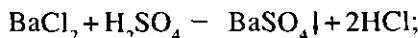
As, Sb, Bi yumshoq rangli metall bilan past temperaturada suyuqlanadigan yengil eruvchan qotishmalar hosil qiladi.

4.2. Noorganogen elementlar ionlarining sifat reaksiyalari

Bariy kationining – Ba^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4 .

Sulfat kislota H_2SO_4 va eruvchan sulfatlar bariy tuzlari bilan oq kristall cho'kma BaSO_4 hosil qiladi:

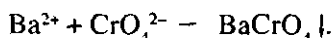
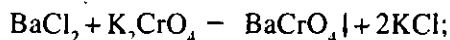


BaSO_4 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma kislota va o'yuvchi ishqorlarda erimaydi.

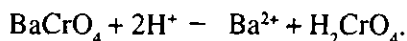
Reaktiv: kaliy xromat – K_2CrO_4 .

Kaliy xromat K_2CrO_4 bariy tuzlari bilan sariq cho'kma – $BaCrO_4$ hosil qiladi:



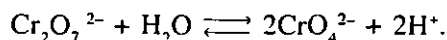
$BaCrO_4$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma kuchli kislotalarda eriydi, lekin sirka kislota da erimaydi:

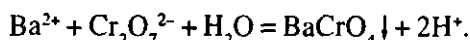
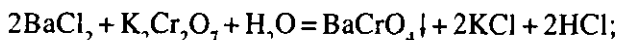


Reaktiv: kaliy bixromat – $K_2Cr_2O_7$.

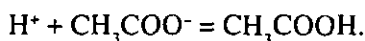
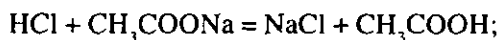
Kaliy bixromat $K_2Cr_2O_7$ bariy tuzlari bilan bariy xromat sariq cho'kma $BaCrO_4$ hosil qiladi. Buning sababi quyidagicha: $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari suvli eritmada CrO_4^{2-} ionlari bilan muvozanatda bo'ladi:



Bariy xromat bariy bixromatga qaraganda oz eruvchan bo'lgani uchun cho'kmaga $BaCrO_4$ tushadi:



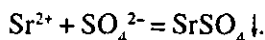
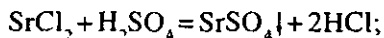
Ba^{2+} ionlari to'la cho'kish uchun reaksiyani natriy atsetat ishtirokida olib borish kerak. Bunda natriy atsetat reaksiya davomida ajralib chiqadigan va $BaCrO_4$ ni eritishi mumkin bo'lgan kuchli kislota HCl ni kuchsiz kislota CH_3COOH ga aylantiradi. U holda, $BaCrO_4$ erimaydi:



Stronsiy ionining – Sr^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4 .

Sulfat kislota H_2SO_4 va suvda eriydigan sulfat kislota tuzlari stronsiy tuzlari bilan oq kristall cho'kma $SrSO_4$ hosil qiladi:



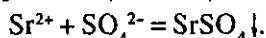
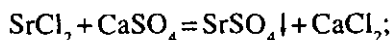
$SrSO_4$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma kislota va ishqorda erimaydi.

Reaktiv: gips suvi – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Gipsning suvdagi to'yingan eritmasi stronsiy tuzlari bilan oq loyqa SrSO_4 hosil qiladi. Eritma qizdirilganda, loyqa hosil bo'lishi tezlashadi.

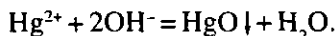
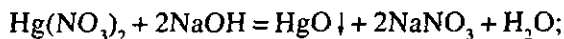
Bu reaksiya yordamida Sr^{2+} ionini aniqlashda eritmadan albatta Ba^{2+} ionlari yo'qotilishi zarur (chunki Ba^{2+} ionlari ham xuddi shunday oq loyqa hosil qiladi). Reaksiya tenglamasi:



Simob ionlarining – Hg^{2+} reaksiyalari

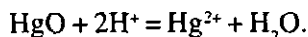
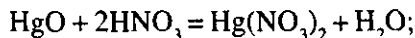
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH , KOH .

O'yuvchi ishqorlar simob (II) tuzlariga ta'sir etganda eritmadan simob (II) oksid HgO ning sariq cho'kmasini ajratadi:



HgO cho'kmasining xossalarini tekshirish.

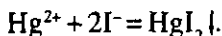
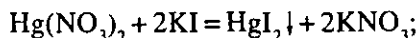
1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



2. Cho'kma o'yuvchi ishqorlarning mo'l eritmalarida erimaydi.

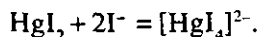
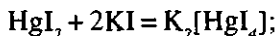
Reaktiv: kaliy yodid – KI .

Kaliy yodid simob (II) kationlarini qizil-zarg'aldoq cho'kma HgI_2 holida cho'ktiradi:



HgI_2 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

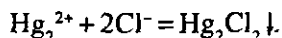
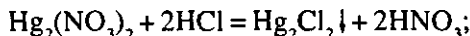
Cho'kma reaktivning mo'l miqdorida kompleks birikma $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ hosil qilib eriydi:



Simob ionlarining – Hg_2^{2+} reaksiyasi

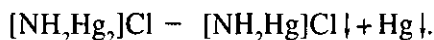
Reaktiv: xlorid kislota – HCl .

Xlorid kislota Hg_2^{2+} ionlari bilan oq cho'kma – Hg_2Cl_2 hosil qiladi:



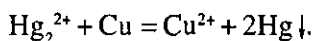
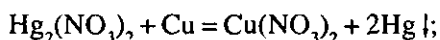
Hg₂Cl₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma suyultirilgan kislotalarda erimaydi.
2. Cho'kma NH₄OH ning mo'l miqdorida erimaydi va qora metall holidagi simob ajralishi natijasida qorayadi:



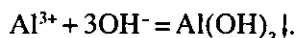
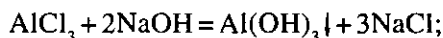
Reaktiv: metall holidagi mis – Cu.

Tozalangan mis plastinka (mis tanga)ga 1–2 tomchi Hg₂(NO₃)₂ tomiziladi. Bir ozdan so'ng ajralib chiqqan metall holidagi simobdan yaltiroq dog' hosil bo'ladi:

**Aluminiy ionining – Al³⁺ reaksiyalari**

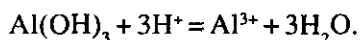
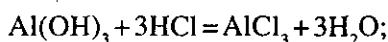
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH, KOH.

Aluminiy tuzi eritmasiga o'yuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan qo'shilganida oq liqildoq aluminiy gidroksid Al(OH)₃ cho'kmasi ajraladi:

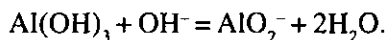
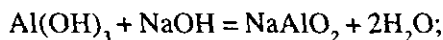
**Al(OH)₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

Al(OH)₃ – amfoter xossasiga ega.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

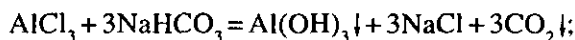


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:

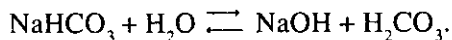


Reaktiv: natriy gidrokarbonat – NaHCO₃.

Natriy gidrokarbonat va karbonatlar aluminiy tuzlari bilan oq liqildoq cho'kma Al(OH)₃ hosil qiladi:



NaHCO_3 suvli eritmalarda gidrolizga uchraydi:



Shunday qilib, bu tuz eritmasida OH^- va HCO_3^- mavjud. $\text{Al}(\text{OH})_3$ nisbatan oz eruvchan bo'lgani uchun cho'kmaga tushadi.

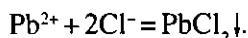
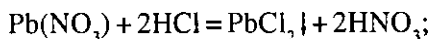
Reaktiv: alizarin (I) – $\text{S}-\text{C}_{14}\text{H}_5\text{O}_2(\text{OH})\text{SO}_3\text{Na}$.

Alizarin aluminiy tuzlari bilan qirmizi-qizil rangli lok hosil qiladi. Reaksiya filtr qog'oz bo'lagida bajariladi: filtr qog'oz bo'lagiga 1 tomchi aluminiy tuzi eritmasi tomiziladi. Unga gaz holdagi ammiak bilan ishlov beriladi, buning uchun filtr qog'oz bo'lagini konsentrlangan ammiak eritmasi solingan idish ustida ushlab turiladi. Dog'ni periferiyasi bo'yicha alizarinli kapillar bilan o'rab chiqiladi va yana ammiak gazi bilan ishlov beriladi. Binafsha ko'rinishda (ammiakli muhitdagi alizarin rangi) qirmizi-qizil rang hosil bo'ladi. Alizarin aluminiy bilan ichki kompleks tuz hosil qiladi.

Qo'rg'oshin ionining – Pb^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: xlorid kislota – HCl .

Suyultirilgan xlorid kislota va xloridlar qo'rg'oshin tuzlaridan oq g'ovak qo'rg'oshin xlorid PbCl_2 cho'kmasini ajratib chiqaradi:

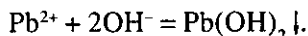
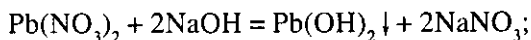


PbCl_2 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma qaynayotgan suvda eriydi.
2. Cho'kma kislotalarda erimaydi.
3. Cho'kma quyuq o'yuvchi ishqorlarda eriydi.

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH , KOH .

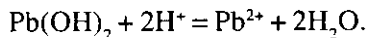
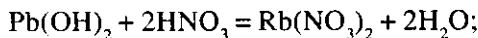
Qo'rg'oshin tuzlariga o'yuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan ta'sir ettirilganda, $\text{Pb}(\text{OH})_2$ oq cho'kmasi hosil bo'ladi:



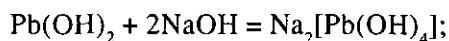
$\text{Pb}(\text{OH})_2$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

$\text{Pb}(\text{OH})_2$ amfoter xossaga ega.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

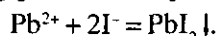
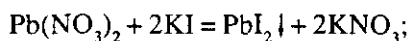


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:



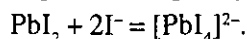
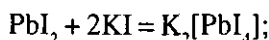
Reaktiv: kaliy yodid – KI.

Kaliy yodid KI qo'rg'oshin tuzlari eritmasi bilan sariq amorf cho'kma – qo'rg'oshin yodid PbI_2 hosil qiladi:



PbI_2 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma reaktivning mo'l miqdorida qisman eriydi:



1. Cho'kma qaynayotgan suvda eriydi.

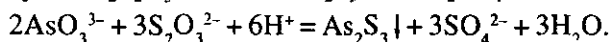
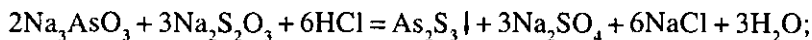
2. Cho'kma suyultirilgan sirka kislotada qaynatilganda eriydi. Hosil bo'lgan eritma asta-sekin sovutilsa, tillasimon-sariq kristall ko'rinishidagi cho'kma tushadi. Bu sifat analizining eng chiroyli reaksiyalaridan biridir.

Margimush ionining – As^{3+} reaksiyalari

Reaktiv: natriy tiosulfat – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

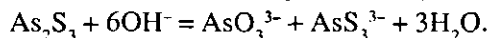
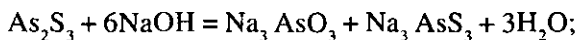
Natriy tiosulfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ kislotali muhitda (HCl ishtirokida) margimush tuzlari bilan qaynatilganda, As_2S_3 – margimush sulfidning sariq cho'kmasi hosil bo'ladi.

Reaksiyaning bajarilishi: probirkaga 2–3 tomchi Na_3AsO_3 , 1 tomchi HCl va 2–3 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi tomiziladi. Aralashma qaynaguncha qizdirilsa, 2–3 daqiqadan so'ng cho'kma hosil bo'ladi:

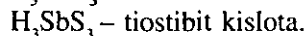
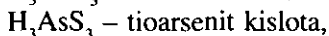
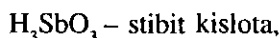


As_2S_3 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

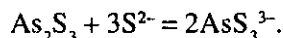
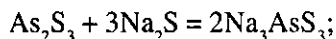
1. Cho'kma o'yuvchi ishqor eritmasida eriydi:



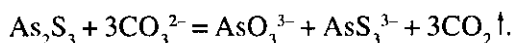
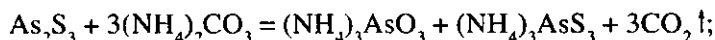
Na_3AsS_3 *tiotuz* deb nomlanadi. Bu tiokislotaga tegishli tuzdir. Tiokislotalar kislorodli kislotalarga o'xshash bo'lib, kislorodning oltingugurt bilan almashganligi bilan farq qiladi. Masalan:



2. Cho'kma ishqoriy metallarning sulfidlari Na_2S , K_2S da eriydi:



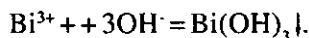
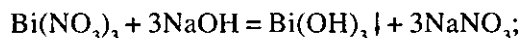
3. Cho'kma ammoniy karbonatda eriydi:



Vismut ionining – Bi^{3+} reaksiyalari

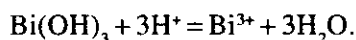
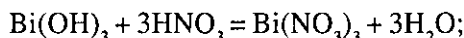
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH , KOH .

O'yuvchi ishqorlar vismut tuzlari bilan vismut gidroksid $\text{Bi}(\text{OH})_3$ oq cho'kmasini hosil qiladi:



$\text{Bi}(\text{OH})_3$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

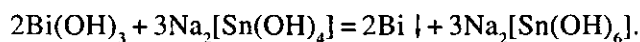
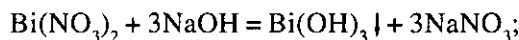
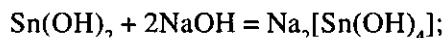
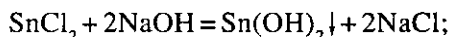


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida erimaydi.

Reaktiv: qalay (II) xlorid – SnCl_2 .

Qalay (II) xlorid kuchli ishqoriy muhitda vismut tuzlaridan Bi^{3+} ni metall holigacha qaytaradi, u esa qora cho'kma tarzida ajraladi.

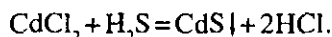
Reaksiyaning bajarilishi: SnCl_2 tuzi eritmasiga NaOH qo'shiladi, $\text{Sn}(\text{OH})_2$ oq cho'kmasi hosil bo'ladi. $\text{Sn}(\text{OH})_2$ amfoter xossaga ega. Uni NaOH ning mo'l miqdorida eritiladi, so'ngra vismut tuzi eritmasi qo'shiladi. Bunda NaOH ta'sirida oq amorf $\text{Bi}(\text{OH})_3$ cho'kma ajraladi va u bir lahzada qaytarilgan vismut metalli hosil bo'lishi oqibatida qorayib qoladi:



Kadmiy ionining – Cd^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: vodorod sulfid – H_2S .

Vodorod sulfid kuchsiz kislotali muhitda Cd^{2+} kationi bilan sariq cho'kma – kadmiy sulfid CdS hosil qiladi:



CdS cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma suyultirilgan xlorid kislotada erimaydi.
2. Cho'kma suyultirilgan nitrat kislota eritmasida isitilganda eriydi.
3. Cho'kma konsentrlangan kislotalarda eriydi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Tarkibida 6% aralashmasi bo'lgan 25 g qo'rg'oshin yaltirog'idan qancha metall holidagi qo'rg'oshin olish mumkin?

Berilgan:

$$m(\text{ruda}) = 25 \text{ g};$$

$$\omega\%(\text{aralashma}) = 6\%;$$

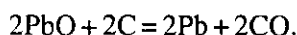
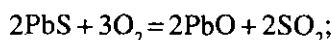
$$m(\text{PbS}) = 239,25 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{Pb}) = 207,19 \text{ g/mol}.$$

$$m(\text{Pb}) = ?$$

Yechish:

Reaksiyaning borish tenglamasi:



Qo'rg'oshin yaltirog'i tarkibidagi aralashmalarning massasi topiladi:

$$25\text{g (ruda)} - 100\%;$$

$$x - 6\%;$$

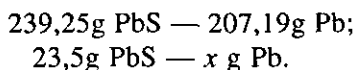
$$x = \frac{25 \cdot 6 \text{ g} \cdot \%}{100 \%} = 1,5 \text{ g}.$$

$$m(\text{aralashma}) = 1,5\text{g}.$$

Sof PbS ning massasi topiladi:

$$m(\text{PbS}) = 25 \text{ g(ruda)} - m(\text{aralashma}) = 25\text{g} - 1,5\text{g} = 23,5 \text{ g}.$$

23,5 g PbS dan olingan qo'rg'oshin massasi topiladi. Reaksiya tenglamasidan ko'rinadiki, 1 mol PbS 1 mol Pb hosil qiladi. Shunday qilib, $1 \text{ mol} \cdot 239,25 \text{ g/mol} = 239,25 \text{ g}$ PbS, $1 \text{ mol} \cdot 207,19 \text{ g/mol} = 207,19 \text{ g}$ Pb hosil qiladi:



Proporsiya tuziladi:

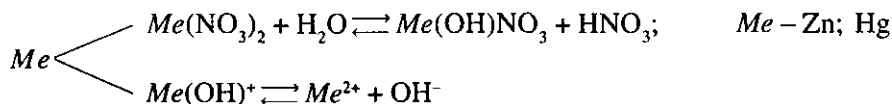
$$239,25 : 207,19 = 23,4 : x;$$

$$x = \frac{207,19 \cdot 23,5 \text{ g} \cdot \text{g}}{239,25} = 20,35 \text{ g}.$$

Javob: $m(\text{Pb}) = 20,35 \text{ g}$.

2- masala. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ va $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ tuzlari suyultirilgan eritmalarining (konsentratsiyasi bir xil) qaysi birida pH qiymati kichikroq va gidroliz kuchliroq boradi?

Yechish: Simob va rux tuzlari kuchsiz asosdan hosil bo'lganligi uchun suvli eritmalarda gidrolizga uchraydi. Gidroliz bosqichma-bosqich boradi:



Muvozanat holati $\text{Me}(\text{OH})^+$ ionining dissotsiatsiyasiga ($K_{\text{diss.}}$) bog'liq va $K_{\text{diss.}}$ qiymati uning miqdoriy tavsifi bo'ladi. Dissotsiatsiyaning konstantasining qiymati qancha katta bo'lsa, ion shuncha to'liq dissotsiatsiylanadi. Ma'lumki,

$$K_{\text{diss.}}([\text{Zn}(\text{OH})]^+) = 4 \cdot 10^{-5}; \quad K_{\text{diss.}}([\text{Hg}(\text{OH})]^+) = 5 \cdot 10^{-11}.$$

$K_{\text{diss.}}([\text{Zn}(\text{OH})]^+) > K_{\text{diss.}}([\text{Hg}(\text{OH})]^+)$ bo'lgani uchun $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ tuzining gidrolizi $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ga nisbatan kuchliroq boradi, demak, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ning pH qiymati $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ dan kichik bo'ladi.

Vaziyatli masalalar

1- masala. Me'da shirasining kislotaliligi ortishi bilan bog'liq bo'lgan me'da-ichak kasalliklarini davolashda $\text{Al}(\text{OH})_3$ qo'llaniladi. $\text{Al}(\text{OH})_3$ qaysi reaktivlarda eriydi?

Javob: $\text{Al}(\text{OH})_3$ amfoter xossaga ega bo'lganligi uchun ham kislota, ham ishqorda eriydi.

2- masala. Qo'rg'oshin atsetat – $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ teri yallig'lanishida burishtiruvchi vosita sifatida qo'llaniladi. 100 g 0,5% li (massa jihatdan) eritma tayyorlash uchun kerak

bo'lgan modda massasini hisoblang. Shu eritmadagi qo'rg'oshinning massa ulushi qanday?
 $p = 1 \text{ g/ml}$.

Javob: $m(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2) = 0,5 \text{ g}$; $\omega\%(\text{Pb}) = 0,32\%$.

Test savollari

1. Noorganogen elementlarni ko'rsating:

- a) O, Cu, Hg; b) Al, Ba, As; d) Al, Hg, Fe; e) Cu, Fe, Na.

2. Qo'rg'oshin kationiga reagentni ko'rsating:

- a) NaCl; b) KOH; d) NaOH; e) KI.

3. Qaysi modda rentgenologiyada rentgenkontrast modda sifatida qo'llaniladi?

- a) CaSO_4 ; b) BaSO_4 ; d) Na_2SO_4 ; e) K_2SO_4 .

4. Tibbiyotda gips boylagich sifatida qo'llaniladigan moddani ko'rsating:

- a) BaSO_4 ; b) CaSO_4 ; d) $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$; e) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

5. p-elementlar qatorini ko'rsating:

- a) Al, Pb, Hg; b) Hg, Au, Ag; d) Al, As, Pb; e) Pb, Au, Hg.

6. Stomatologiyada margimushning qaysi birikmasi qo'llaniladi?

- a) AsH_3 ; b) As_2S_3 ; d) As_2O_3 ; e) Na_2AsO_3 .

7. Qaysi moddaning kanserogen xossasi kuchliroq?

- a) Ca^{+2} ; b) Cu^{+2} ; d) Ni^{+2} ; e) Ba^{+2} .

8. As_2O_3 kimyoviy reaksiyalarga qanday oksid sifatida kirishadi?

- a) asosli oksid; b) kislotali oksid; d) amfoter oksid; e) indeferent oksid.

9. Qaysi element nekroz chaqiradi?

- a) As; b) Ba; d) Ni; e) Li.

10. Bi^{3+} ioniga reagentni ko'rsating:

- a) SnCl_2 ; b) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; d) H_3AsO_3 ; e) KI.

LABORATORIYA ISHI

Noorganogen elementlar ionlarining sifat reaksiyalari

1. Ba^{2+} ioniga reaksiya. *Reaktiv: kaliy xromat – K_2CrO_4 .*

Probirkaga 5 tomchi BaCl_2 , 3–5 tomchi CH_3COONa va 3 tomchi K_2CrO_4 eritmasi solinadi. Sariq rangli BaCrO_4 cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma kuchli kislotalarda eriydi, sirka kislotada erimaydi. Tegishli reaksiya tenglamasini molekular va ionli ko'rinishda yozing.

2. Hg^{2+} ioniga reaksiya. *Reaktiv: kaliy yodid – KI.*

Probirkaga 3–5 tomchi $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ va 3–5 tomchi KI eritmasi solinadi. Qizil-qo'ng'ir rangli HgI_2 cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma ortiqcha KI eritmasida eriydi va kompleks birikma hosil bo'ladi. Tegishli reaksiya tenglamalarini molekular va ionli ko'rinishda yozing.

3. Al^{3+} ioniga reaksiya. *Reaktiv: ishqoriy muhitdagi S-alizarin qizili.*

Bir bo'lak filtr qog'ozga bir tomchi AlCl_3 eritmasi tomiziladi va konsentrlangan ammiak ustida 1–2 daqiqa ushlab turiladi, shunda $\text{Al}(\text{OH})_3$ hosil bo'ladi. Filtrdagi dog'ning o'rtasiga 1 tomchi alizarinning spirtdagi eritmasi tomizilib, yana konsentrlangan ammiak ustida ushlab turiladi. Qizil-pushti rang hosil bo'ladi. U «aluminli lok» deb ataladi.

4. Pb^{2+} ioniga reaksiya. *Reaktiv: kaliy yodid – KI.*

Probirkaga 3–5 tomchi $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ eritmasidan solamiz va unga 3–5 tomchi KI eritmasidan qo'shamiz. Sariq amorf cho'kma – PbI_2 hosil bo'ladi. Cho'kma ortiqcha KI da, qaynoq suvda va sirka kislotada qisman eriydi. Reaksiya tenglamalarini molekular va ionli ko'rinishda yozing.

5. Sn^{2+} ioniga reaksiya. *Reaktiv: vismut nitrat $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ning ishqoriy eritmasi.*

SnCl_2 tuzi eritmasiga NaOH eritmasidan qo'shamiz, oq cho'kma – $\text{Sn}(\text{OH})_2$ hosil bo'ladi. $\text{Sn}(\text{OH})_2$ amfoter xossaga ega, shuning uchun ortiqcha NaOH qo'shilganda erib ketadi. Rangsiz eritmaga qora cho'kma hosil bo'lguncha $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ eritmasi qo'shiladi. Shunda metall holidagi Bi ajraladi. Reaksiya tenglamalarini molekular va ionli ko'rinishda yozing.

6. As^{3+} ioniga reaksiya. *Reaktiv: natriy tiosulfat – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.*

Reaksiya kislotali muhitda olib boriladi. Probirkaga 2–3 tomchi Na_3AsO_3 , 3–5 tomchi HCl va 2–3 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasidan solinadi hamda aralashma qaynaguncha qizdiriladi. Sariq rangli As_2S_3 cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma ishqor va Na_2S eritmalarida eriydi.

7. Bi^{3+} ioniga reaksiya. *Reaktiv: qalay xlorid – SnCl_2 (ishqoriy muhitda).*

SnCl_2 tuzi eritmasiga NaOH eritmasidan qo'shamiz, oq cho'kma – $\text{Sn}(\text{OH})_2$ hosil bo'ladi, u ortiqcha NaOH eritmasida erib ketadi. Rangsiz eritmaga qora cho'kma – metall holidagi vismut hosil bo'lguncha $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ eritmasi qo'shiladi. Reaksiya tenglamasini molekular va ionli ko'rinishda yozing.

V BOB

FIZKOLLOID KIMYO

5.1. Sirt hodisalari. Adsorbsiya

Mashg'ulotning maqsadi. Sirt tarangligi, adsorbsiya hodisalari va xromotografiya hodisalari haqida tushuncha berish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Biomembranalarning tarkibi va tuzilishini tushunish uchun sirt faol (*SFM*) va sirt nofaol (*SNM*) moddalarning ta'siri hamda sirt hodisalarini o'rganish katta ahamiyat kasb etadi.

Qon va protoplazma to'qimalaridagi moddalarning musbat va manfiy adsorbsiyasi organizmda modda almashinuviga olib keladi. Organizmga zaharli moddalar tushganda sorbentlarning yuqori adsorbsiyalash xususiyatlari namoyon bo'ladi. Tibbiyotda sorbsion usuldan organizmga tushgan zaharli moddalarni tozalashda, ya'ni toksik moddalarni organizmdan siqib chiqarishda foydalaniladi.

Xromatografiya usuli universal usul bo'lib, moddalarni aralashmalardan tozalash va ajratishda foydalaniladi. So'nggi vaqtda bu usul vitaminlar, antibiotiklar, oqsillar va boshqa biologik faol moddalarni analiz qilishda hamda oz miqdorda ajratib olishda qo'llanilmoqda. Bu usul bilan termik beqaror va oz miqdordagi birikmalarni ajratib olish qulay hisoblanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Adsorbsiya hodisasi.
2. Gidrofob va gidrofil molekularlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Sorbsiya tushunchasi: adsorbsiya, absorbsiya, desorbsiya, kapillar kondensatsiya.
2. Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya.
3. Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya.
4. Ion almashtirish va tanlangan adsorbsiya.
5. Adsorbsiyani miqdor jihatdan aniqlash. Lengmyur tenglamasi.
6. Ion almashinish va tanlangan adsorbsiyaning biologik va tibbiy ahamiyati.
7. Xromotografiya.

Ma'lumotlar yig'indisi

Ikki va undan ortiq fazadan iborat bo'lgan geterogen sistemalarda sirtlar chegarasi yaqinida kuzatiladigan hodisalar katta ahamiyatga ega. Sirt yuzasida joylashgan zarrachalar fazaning ichki hajmlaridagi zarrachalardan o'zining oriyentatsiyasi, energetik holati hamda zichligi, qovushqoqligi va boshqa xossalari bilan farqlanadi.

Gazsimon yoki suyuq moddalarning qattiq yoki suyuq agregat holatdagi moddalar tomonidan yutilishi turli mexanizm asosida boradi. Bu jarayonlar *sorbsiya* deb ataladi.

Sorbsiya jarayoni xususiyatiga qarab 4 turga bo'linadi: adsorbsiya, absorbsiya, xemosorbsiya va kapillar kondensatsiya.

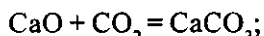
Biron bir moddaning boshqa bir modda sirtiga yig'ilishi *adsorbsiya* deyiladi. Adsorbsiyalanadigan modda – *adsorbat* yoki *adsorbtiv*, sirt yuzasida adsorbsiya hosil qilayotgan modda esa *adsorbent* deyiladi.

Gazsimon moddaning qattiq yoki suyuq agregat holatdagi biron moddaning butun hajmi bo'ylab yutilishi *absorbsiya* deb ataladi.

Adsorbsiya va absorbsiya, umuman olganda, qaytar jarayonlar bo'lib, ularga teskari bo'lgan jarayon esa *desorbsiya* deyiladi.

Adsorbsiya va absorbsiya fizikaviy sorbsiyaga tegishli bo'lib, ularning borishida kuzatiladigan issiqlik ko'p hollarda 8–20 kJ/mol ga teng bo'ladi. Bu qiymat fizikaviy sorbsiyaning Van-der-Vals kuchlari hisobiga amalga oshishi orqali kelib chiqadi.

Valent kuchlari hisobiga boradigan adsorbsiya jarayoni *xemosorbsiya* (kimyoviy sorbsiya) deb ataladi. Masalan:



bunda, CaO – adsorbent, CO₂ esa adsorbat vazifasini bajaradi.

Xemosorbsiya fizik adsorbsiyadan farq qiladi. Bu jarayonda adsorbent-adsorbat bog'lanish energiyasi katta qiymatga (80-850 kJ/mol) ega bo'ladi. Bu qiymatlar miqdor jihatidan kimyoviy moddaning hosil bo'lish issiqlik effektlariga yaqin bo'ladi.

Adsorbsiya kuchlari hisobiga adsorbsiyalangan moddani erituvchi yordamida ajratib olish (erituvchiga o'tkazish) *elutsiya*, mazkur moddani saqlovchi eritma esa *eluat* deyiladi.

Agar adsorbsiyaga uchrayotgan modda molekular tabiatli bo'lsa – *molekular adsorbsiya*, ion tabiatli bo'lsa, *ion adsorbsiya* deyiladi.

Qattiq sorbent kapillarlarida modda bug'ining kondensatsiyalanishi (gaz holatdan suyuq holatga o'tishi) *kapillar kondensatsiya* deyiladi.

Tabiiy adsorbentlarga ko'mir, qatiq, qotgan non, tvorog, sut, piyoz, tabiiy tolalar misol bo'la oladi. Tibbiyotda organizmdan toksik moddalar, toshqollar, gazlarni chiqarib yuborish uchun adsorbent sifatida faollangan ko'mir keng qo'llaniladi.

Suyuqlik-suyuqlik, suyuqlik-gaz, qattiq modda-gaz, qattiq modda-suyuqlik chegaralarida boradigan adsorbsiya jarayoni katta ahamiyatga ega.

Suyuqlik sirti yuzasida joylashgan molekulalarning qo'shni molekulalar bilan ta'sirlashuvi sistemaning ichki hajmida bo'lgan aynan shu molekulaning ta'sirlashuvidan keskin farq qiladi. Fazaning ichki muhitida joylashgan molekula va qo'shni zarrachalarning o'zaro ta'sirlashuvlari bir xil bo'ladi. Oqibatda, bu ta'sirlashuvlar o'zaro mutanosiblashadi. Lekin faza ichki muhiti (suyuq faza) molekulalarining ta'sir kuchi tashqi muhit (gaz faza) molekulalarining ta'siridan ancha yuqori bo'ladi va, oqibatda, bu molekulaga suyuq fazaning bosimiga teng bo'lgan kuchlar ta'sir etadi. Bu kuchlar molekulaning faza ichki muhitiga qarab intilishiga sabab bo'ladi.

Suyuqlikning ichki bosimi deganda, uning hajm birligidagi molekulalarning o'zaro tortishuv kuchlari tushuniladi. Bu kuchlar ta'sirida suyuqliklar aynan shu sharoit uchun mos bo'lgan eng kichik sirt yuzasiga ega bo'lish tomon intiladi va suyuqlik tomchilari ko'pincha sharsimon shaklga ega bo'ladi.

Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya

Suyuqliklar sirt yuzasi energiyasini kamaytirish tomon intiladi. Toza erituvchilarda bu holatga sirt yuzasini kamaytirishga intilish natijasida erishiladi. Eritmalarda esa bu holat erigan modda zarrachalarining eritma sirt yuzasi va umumiy hajmi orasida taqsimlanishi orqali amalga oshiriladi.

Eritmaning sirt tarangligi sof erituvchiga nisbatan kattaroq qiymatga ega.

Eritma sirt tarangligini oltiradigan moddalar *sirt nofaol moddalar (SNF)* deyiladi. Ularga kuchli elektrolit tabiatli anorganik moddalar (kislotalar, ishqorlar, tuzlar) misol bo'ladi.

Eriganda fazalarni ayirib turuvchi sirt yuzalarining tarangligini kamaytiruvchi moddalar *sirt faol moddalar (SFM)* deyiladi. Ularga nosimmetrik tuzilishga ega qutbli hamda qutbsiz guruhlardan iborat moddalar: yog'lar, yog' kislotalar, oqsillar misol bo'ladi.

Moddalarning sirt tarangligini kamaytiradigan xususiyati ularning tarkibida qutblangan yoki oson qutblanadigan (*gidrofil* – suvni yaxshi ko'radigan) hamda qutbsiz (*gidrofob* – suvdan qo'rquvchi) guruhlar borligi bilan belgilanadi. Bir vaqtning o'zida ham gidrofil, ham gidrofob guruh saqllovchi moddalar *difil molekulalar* deyiladi.

SFMning molekulalari asosan eritma sathida yig'ilib, sirt tarangligini kamaytiradi. Bunda difil molekulalar o'zining gidrofil guruhi bilan eritmaga qarab, gidrofob guruhlari bilan esa havoga oriyentatsiyalangan yo'naladi.

Suyuqlik sirtida suyuqlikda eritilgan modda zarrachalari adsorbsiyalanadi. Adsorbsiya eriyotgan moddanning muhitlar orasida taqsimlanishiga ta'sir qiladi, ya'ni Gibss energiyasining minimal qiymatini ta'minlash asosida amalga oshadi. Natijada, modda tabiatidan qat'iy nazar, eritma yuzasi va ichki muhiti orasida konsentratsiya gradienti ($c_2 - c_1 = \Delta c$) paydo bo'ladi va diffuziya hodisasi kuzatiladi.

Eritmaning sirt yuzasidagi modda miqdorining sirt yuza birligiga bo'lgan nisbati *Gibbs adsorbatsiyasi* yoki adsorbatsiya kattaligi deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$G = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta \mathcal{E}}{\Delta c} = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2)}{(c_2 - c_1)}.$$

Bu tenglama *Gibbs tenglamasi* deb ataladi.

Bu yerda, $\Delta \mathcal{E} / \Delta c$ – konsentratsiya o'zgarishiga mos keladigan sirt tarangligining o'zgarishi; $\Delta \mathcal{E} / \Delta c$ – modda sirtining faollik ko'rsatkichi.

Gibbs tenglamasi eritma sirt yuzasida yig'ilgan moddaning miqdori eritmaning ichki hajmidagi miqdordan qanchalik ko'p yoki ozligini ko'rsatadi.

Adsorbtsiya qiymatining (G) erigan modda sirt faolligi $\Delta \mathcal{E} / \Delta c$ va konsentratsiyaga bog'liqligi natijasida quyidagi ikki holat kelib chiqadi.

1. Agar gidrofil guruh tabiati ustun bo'lsa, erigan modda eritma sathidan siqib chiqarilib, uning ichki hajmi sari yonalgan bo'ladi va, oqibatda, sirt tarangligi ortadi, ya'ni $\Delta \mathcal{E} > 0$. Bunday jarayon *salbiy adsorbtsiya* deyiladi. Bunda sistemaning adsorbtsiya qiymati kamayadi ($G < 0$).

2. Agar sistemada gidrofob guruh tabiati ustun bo'lsa, erigan modda eritma sirt yuzasiga yig'ilib, sistema sirt tarangligi kamayadi, ya'ni $\Delta \mathcal{E} < 0$, sistemaning adsorbtsiya qiymati esa ortadi ($G > 0$). Moddaning sirt yuzasida to'planishi natijasida sodir bo'ladigan va oqibatda sirt tarangligining kamayishiga olib keladigan adsorbtsiya *ijobiy adsorbtsiya* deyiladi.

SFM ning sirt taranglik qiymatini kamaytirish mezoni vazifasini $\Delta \mathcal{E} / \Delta c$ nisbati bajaradi va bu nisbat sirt faolligi deyiladi. Uning fizik talqini quyidagicha: sirt faol modda konsentratsiyasining bir birlikka o'zgarganida kuzatiladigan sirt taranglikning o'zgarish miqdori *sirt faolligi* deb ataladi. Sirt faolligi moddaning adsorbtsion xususiyatiga proporsional ravishda o'zgaradi.

SFM ning qutbli nosimmetrikligi qanchalik yuqori bo'lsa, ularning sirt faolligi shuncha yuqori bo'ladi.

SFM gidrofob guruhlarining sirt faolligiga ta'siri ma'lum konsentratsiyaga bo'ysinib, *Dyuklo-Traube qoidasi* bilan ifodalanadi. Bu qoyidaga ko'ra to'yingan karbon kislotalari va spirtlar uglevodorod zanjirlarining bitta CH_2 guruhga ortishi gomologlar suvli eritmadagi sirt faolligining 3–3,5 marta ortishiga olib keladi.

Dyuklo-Traube qoidasining matematik ifodasi quyidagicha:

$$\beta = \frac{G_{n+1}}{G_n} = 3 \div 3,5.$$

Ifodadagi β *Traube koeffitsienti* deb ataladi.

Eritmalardagi adsorbtsiya jarayoni 3 turga bo'linadi.

1. *Additiv adsorbtsiya* – eritma komponentlarining adsorbtsiyasi ularning sorbsiya xususiyati bilan belgilanadi. Komponentning sorbsiyalanish xususiyati qancha katta bo'lsa, u shunchalik tez va ko'p miqdorda adsorbtsiyalanadi.

2. *Antagonistik adsorbsiya* – eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin kamaytiradi.

3. *Sinergistik adsorbsiya* – eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin oshiradi.

Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya

Qattiq adsorbentlarda gazlar, bug‘, eritmada erigan modda zarrachalari adsorbsiyalanishi mumkin. Qattiq adsorbentlar tabiiy yoki sun‘iy bo‘ladi. Adsorbsiya jarayoni qattiq adsorbentlarning katta o‘lchamdagi tashqi yoki ichki sirt yuzalarida sodir bo‘ladi. Qattiq jismlarda adsorbsiya hodisasi kristall panjaradagi bog‘lanishlarning teng bo‘lmashligi hisobiga vujudga keladigan tortishish kuchlari maydonlarining mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Qattiq adsorbent faol markazlarining bo‘rtib turgan qismlarida adsorbsiya ayniqsa kuchli bo‘ladi. Masalan, faollashtirilgan ko‘mir zarrachasining bo‘rtib turgan uchlarida kislorodning adsorbsiyalanishi chuqur joylaridagiga nisbatan 4,5 marta tezroq bo‘ladi.

G‘ovak adsorbentlarda (faollangan ko‘mir, silikagellar, alumogellar va h.k.) adsorbsiya ularning ichki yuzalarida, kukun holidagi adsorbentlarda esa tashqi yuzalarida sodir bo‘ladi.

Adsorbsiya tezligi adsorbentning *solishtirma sirt yuzasi* – S_c (m^2/kg , sm^2/g) qiymatiga bog‘liq. Solishtirma sirt yuzasi qancha katta bo‘lsa, adsorbsiya jarayoni shunchalik tez boradi.

Adsorbent va adsorbatlarning o‘zaro ta’sirlashuv tabiati adsorbatning konsentratsiyasiga (gazlar uchun bosim qiymatiga) bog‘liq bo‘lib, konsentratsiyaning kichik qiymatlarida kimyoviy (valent kuchlari), yuqori qiymatlarida esa fizik (Van-der-Vals kuchlari) omillar orqali amalga oshadi. Haroratning ortishi fizik adsorbsiyani kamaytiradi, chunki bunda adsorbsion qavatda molekulalarning harakati kuchayadi, adsorbsiyalangan molekulalarning oriyentatsiyasi buziladi, ya’ni desorbsiya kuchayadi. Shu bilan bir qatorda haroratning ko‘tarilishi adsorbsiyalangan zarrachalarning energiyasini oshiradi, natijada, kimyoviy omillarning kuchayishi va adsorbsiya jarayonining tezlashishi yuzaga keladi.

Haroratning adsorbsiyaga ta’siri sistema komponentlari tabiati bilan belgilanadi. Masalan, ko‘pchilik gazlarning adsorbsiyasi harorat ortishi bilan kamayadi. Shu bilan birga, platina va O_2 dan iborat sistema harorati $-185^\circ C$ dan $+20^\circ C$ gacha o‘zgartirilganda adsorbsiya jarayoni 10 marta ortadi.

Bosimning ortishi bilan gaz va bug‘lar adsorbsiyasi kuchayadi.

Yuqori kuchlanish maydoniga ega bo‘lgan adsorbentlar sath yuzalari bilan, past kuchlanish maydonli adsorbentlar esa faqat faol markazlari bilangina adsorbsiya jarayonini ta’minlaydi.

Adsorbsiyaga faqat adsorbentning tabiatigina emas, balki adsorbtivning tabiati ham ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, qattiq adsorbentlarda osonroq suyuqlanadigan, ya’ni kritik harorati yuqoriroq gazlar kuchli adsorbsiyalanadi.

Adsorbsiya qaytar jarayon bo'lib, adsorbsiyalangan zarrachalar adsorbentda hammasi bo'lib soniyaning yuz va mingdan bir ulushida ushlanadi va desorbsiyalanib, yangi zarrachalarga almashadi. Lekin ular adsorbentda mahkam o'rinish qolmasdan, uning sathi bo'ylab ko'chib yurishi mumkin. Natijada, erkin va adsorbsiyalangan zarrachalar o'rtasida dinamik adsorbsion muvozanat qaror topadi. Zarrachalarning adsorbsion muvozanatga yetish tezligi modda tabiatiga bog'liq. Masalan, H_2 faollangan ko'mirda adsorbsiyalanganda muvozanat 20 soat o'tgandan keyin, O_2 da adsorbsiyalanganda 2,5 soatdan keyin, CO_2 da adsorbsiyalanganda esa 20 soniyadan keyin qaror topadi.

Ion almashtirish va tanlangan adsorbsiya

Kuchli elektrolitlar ion holida adsorbsiyalanadi. Ion adsorbsiya jarayoni aksariyat hollarda kimyoviy omillar asosida bo'ladi va quyidagi ikki mexanizm asosida amalga oshadi:

1. Ion almashinuvi adsorbsiyasi.
2. Ionlarning qattiq adsorbentlardagi tanlangan adsorbsiyasi.

Ikkala mexanizمنى amalga oshishi qo'sh elektr qavatining hosil bo'lishiga bog'liq. Ion almashinuvi adsorbsiyasining mohiyati shundan iboratki, ba'zi adsorbentlar kuchli elektrolit tabiatiga ega bo'lib, dissotsiatsiya jarayonida ularning sirtqi yuzasida joylashgan zarrachalar eritmaga ionlashadi, eritmadagi ionlarning ekvivalent miqdori esa adsorbentga adsorbsiyalanadi.

Ion almashinish xususiyatiga ega bo'lgan sorbentlar *ionitlar* deb ataladi. Ular quyidagi 3 turga bo'linadi:

1. *Kationitlar* kislotali sorbentlardir. Ularning funksional guruhlar karboksil, gidroksil va sulfoguruhlar bo'lib (masalan, silikagel, selluloza), ularda adsorbent bilan kation almashinish orqali ta'sirlashadi.
2. *Anionitlar* asosli adsorbentlar bo'lib (masalan, $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$), funksional guruhlar adsorbent bilan anion (OH^- , Cl^- , SO_4^{2-}) almashinish orqali ta'sirlashadi.
3. *Amfoter ionitlar* tarkibi jihatidan $H^+ SO_3 - R - N^+ (CH_3)_3$ OH^- ga (R – organik polimer) yaqin bo'lgan sorbentlar bo'lib, sorbat bilan ham kation (H^+ hisobiga), ham anion (OH^- hisobiga) almashinish orqali ta'sirlashadi.

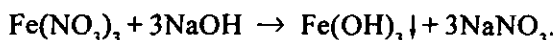
Ionitlar tibbiy maqsadlarda keng qo'llaniladi. Masalan, chaqaloqlarning sun'iy ozuqalarini tayyorlashda, qon va limfalarni konservatsiya qilish jarayonlarida, sof antibiotiklar olishda, me'da-ichak yo'lidagi zaharli moddalar, toksinlarni tozalashda keng qo'llaniladi.

Ionlarning tanlangan adsorbsiya jarayoni qattiq adsorbent sirt yuzasida bir xil zaryad va ma'lum bir tabiatga ega bo'lgan adsorbat tarkibidagi ionlarning sorbsiyasidir.

Tanlangan adsorbsiya tabiati jihatdan kimyoviy sorbsiya bo'lib, valent bog'lar kuchi hisobiga sodir bo'ladi va harorat ortishi bilan tezlashadi.

Panet-Fayans qoidasiga binoan, qattiq adsorbentda shu adsorbent tarkibiga kiradigan yoki adsorbent bilan umumiy guruhga ega bo'lgan ionlarga adsorbsiyalanadi.

Masalan, tanlangan adsorbsiyani quyidagi misolda ko'rsatish mumkin:



Bu jarayonda hosil bo'lgan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasi qattiq fazali adsorbat vazifasini bajaradi. Agar shu sistemaga ortiqcha miqdorda NaOH yoki $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ qo'shilsa, Na^+ , NO_3^- ionlari emas, faqat OH^- va Fe^{3+} ionlarigina tanlangan adsorbsiyaga uchraydi, chunki adsorbent tarkibida OH^- va Fe^{3+} ionlarining mavjudligi oqibatida adsorbent va adsorbatning OH^- va Fe^{3+} ionlari orasida moyillik holati kelib chiqadi.

Tanlangan adsorbsiya ionlarning zaryad soniga, radiusiga, gidratlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Ko'p valentli ionlar bir valentli ionlarga qaraganda kuchliroq adsorbsiyalanadi. Bir xil zaryadga ega bo'lgan ionlar o'lchamlari va gidratatsiya darajasiga qarab adsorbsiyaga moyilligi turlicha bo'ladi va liotrop qatorlardan joy oladi:



Tanlangan adsorbsiya yordamida kerakli adsorbentlarni tanlab olib, murakkab aralashmalardan kerakli moddalarni ajratib olish mumkin.

Har bir antitana aniq bir begona oqsil (antigenlar) bilangina birikib, immunli oqsillar (antitanalar) hosil qilish – tanlanish qobiliyatiga egadir.

Buyrak va siydik yo'llarida tosh hosil bo'lish jarayoni ham tanlangan adsorbsiyaga asoslangan.

Adsorbsiyani miqdor jihatidan aniqlash. Lengmyur tenglamasi

Muvozanat holatida adsorbsiyalangan moddaning miqdori adsorbent va adsorbatning tabiati hamda adsorbsiya borayotgan sistemaning harorati, gazsimon adsorbat uchun bosim va boshqa omillarga bog'liq. Masalan, gazning qaynash harorati ko'tarilishi bilan adsorbsiyalanish miqdori ortadi. Muvozanat holatida ma'lum adsorbentga adsorbsiyalangan gaz miqdorining harorat bilan bosimga bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$a = f(T, P);$$

bu yerda, a – 1 g adsorbentga adsorbsiyalangan gaz miqdori.

Adsorbsiyalanayotgan modda miqdorining konsentratsiya, harorat, bosim va boshqa omillarga bog'liqligini ko'rsatadigan egri chiziq *adsorbsiyalanish izotermasi* deyiladi yoki qisqacha *izoterma* deyiladi.

Gaz-suyuqlik sistemasidagi adsorbsiyani sirt tarangligining o'zgarishiga qarab aniqlasa bo'ladi. Buning uchun o'zgarmas haroratdagi turli konsentratsiyali eritmalarining sirt tarangligi izotermasi chiziladi. Masalan, suvda moy kislotas adsorbsiyalanganda kislotaning adsorbsiyalangan miqdoriga qarab uning sirt tarangligi kamayadi.

Lekin adsorbsiya izotermasi sirt qavatining adsorbsiyalanayotgan modda zarrachalari bilan to'liq to'yinishidan iborat bo'lgan oxirgi chegaraga intiladi. Sirt tarangligi izotermasi yordamida adsorbsiyalangan modda miqdorini aniqlash mumkin.

Adsorbsiya qattiq modda-suyuqlik, qattiq modda-gaz sistemalarining sirt chegarasida sodir bo'lsa, adsorbentning sirt yuzasi adsorbsiyalangan moddaning monomolekular pardasi bilan qoplangan deb qabul qilinadi. Bunday sistemalar uchun Lengmyur izotermasi tuziladi va adsorbsiya qiymati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$a = \frac{a_{\text{maks}} \cdot c}{a + c}; \quad (1)$$

bu tenglikda, a_{maks} – maksimal adsorbsiya qiymati (unga adsorbentning hamma markazlari egallanganda erishiladi);

c – muvozanat holatidagi adsorbatning konsentratsiyasi;

$\bar{c}$ – adsorbsiyaning muvozanat doimiysi. Muvozanat doimiysi adsorbsiya va desorbsiya jarayonlari tezlik doimiylarining nisbatiga ($k_{\text{adsorbs}}/k_{\text{desorbs}}$) teng bo'lgan kattalik hisoblanadi.

Sistemada adsorbsiyalashayotgan moddaning konsentratsiyasi kichik bo'lsa, (1) tenglama uchun $a + c = \bar{c}$ tenglik qaror topadi va u quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$a = a_{\text{maks}} \cdot \frac{c}{\bar{c}}.$$

Adsorbsiyalashayotgan modda konsentratsiyasi yuqori bo'lsa ($a + c = \bar{c}$) (1) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$a = a_{\text{maks}}.$$

Adsorbsiya kattaligini jarayon natijasida eritma konsentratsiyasining o'zgarishi orqali aniqlash ham mumkin:

$$a = \frac{(c_0 - c) \cdot V}{m};$$

bu yerda: c_0 – eritmaning dastlabki konsentratsiyasi (mol/l);

c – sistemada muvozanat qaror topgan paytdagi eritmaning konsentratsiyasi (mol/l);

V – eritmaning hajmi (dm³);

m – adsorbent massasi (g, kg).

Noelektrolit yoki kuchsiz elektrolit tabiatli gazsimon adsorbatdan iborat tizimlar uchun mos keladigan izoterma va uning empirik ifodasi *G.Freydlix* taklif etgan tenglama orqali ifodalanadi:

$$a = \frac{x}{m} = Kp^{\frac{1}{n}}; \quad a = \frac{x}{m} = Kc^{\frac{1}{n}};$$

bu erda, p va c – adsorbatlarning muvozanat holatidagi bosim va konsentratsiya qiymatlari;

K – adsorbatlarning bosimi yoki konsentratsiya qiymati 1 ga teng bo‘lgan sistemalar uchun adsorbsiya kattaligi; K – adsorbent va adsorbatning tabiati va haroratga bog‘liq bo‘lib, katta qiymat chegaralarida o‘zgaradi. Uning fizik ma’nosi $p = 1$ kPa yoki $c = 1 \text{ mol/l}$ bo‘lganda kuzatiladigan $a = K$ tengligi orqali kelib chiqadi;

$\frac{1}{n}$ – adsorbsion ko‘rsatkich bo‘lib, uning qiymati adsorbat tabiati va haroratga bog‘liq. Ko‘pincha uning qiymati 0,1–1 orasida bo‘ladi.

Ion almashinish hamda tanlangan adsorbsiyaning biologik va tibbiy ahamiyati

Bitta adsorbentning tanlanuvchanligi har xil bo‘lgan faol markazlari bo‘lishi mumkin. Shu sababli bir modda bir faol markazda, boshqa modda esa boshqa faol markazda adsorbsiyalanishi mumkin.

Odam organizmida turli toksinlar va boshqalar to‘qima hamda hujayralar orqali tanlab adsorbsiyalanadi. Masalan, qoqshol, botulizm va boshqa kasalliklarni qo‘zg‘atuvchi toksinlar, avvalo, markaziy asab tizimi hujayralarini shikastlantiradi, dizenteriya qo‘zg‘atuvchi toksinlar vegetativ asab tizimini zararlantiradi, toshmal ichterlamada ko‘pincha teri, miya va qisman yurak tomirlari shikastlanib, og‘ir oqibatlar kelib chiqishiga sabab bo‘ladi.

Immun tizimi faoliyatining asosiy fizik-kimyoviy mexanizmi adsorbsiya jarayoniga asoslangan. Immun oqsillari (antitanalar) juda katta tanlangan adsorbsiya qiymatiga ega. Ular organizm uchun yot bo‘lgan ma’lum turdagi oqsillarda (antigenlarda) adsorbsiyalanib, ularni eritib yuboradi. Elektron mikroskopik tekshirishlar shuni ko‘rsatadiki, antitanalar, masalan, ichterlama bakteriyalari ustida bir xil adsorbsiyalanmasdan, «faol markazlar» bo‘yicha adsorbsiyalanadi.

Buyrak va siydik yo‘llarida tosh hosil bo‘lishi jarayoni ham tanlangan adsorbsiyaga asoslangan. Buyrak biosuyuqliklari tarkibida Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} va $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ionlarining konsentratsiyasi ortganda ularning eruvchanlik ko‘paytmalari kritik konsentratsiyaga yetib, kalsiy va magniy fosfat yoki oksalat tuzlari holida cho‘kma hosil qiladi. Bu jarayon natijasida tanlangan adsorbsiya hisobiga suvda erimaydigan tuzlarga moyilligi katta bo‘lgan ionlar adsorbsiyalanadi, natijada qattiq faza yiriklashib, buyrak va siydik yo‘llarida qum va tosh hosil bo‘ladi.

Tibbiyotda ishlatiladigan «adsorbsion terapiya» deb ataladigan ba’zi davolash usullari adsorbsiyaga asoslangandir. Masalan, me‘da-ichak sistemasiga tashqi muhitdan tushgan

zaharli moddalar yoki ichaklarga turli organlardan ajralib chiqqan zaharli gazlarni (meteorizm) karbolenga (faollangan ko'mir) adsorbsiyalantirish orqali chiqarib yuboriladi.

Tibbiyotda turli xil moddalar bilan zaharlanganda qo'llaniladigan adsorbentlar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Turli moddalarni yo'qotish uchun qo'llaniladigan adsorbentlar

Modda	Sorbent
Fend, geparin	To'rtlamchi ammoniy va fosfoniya asosli anionitlar
Bilirubin	Faollangan ko'mir
Kaliy ionlari	Kationitlar, aluminosilikatlar, sirkoniysilikatlar
Ammoniy ionlari	Nordon fosfat kationitlar
Kreatinin	Nikel, mis, rux, kobalt tuzlari bilan modifikatsiyalangan aluminosilikatlar
Xolesterin	Uglerod sorbentlar, biospetsifik sorbentlar

Tirik organizmda ko'pchilik reaksiyalar biokatalizator–fermentlar ishtirokida boradi. Fermentlarning ta'siri, avvalo, substratning ferment kompleksi sirtida adsorbsiyalanishdan boshlanadi va shundan keyin ferment o'zining katalitik ta'sirini ko'rsatadi.

Odam organizmidagi ba'zi ferment va boshqa biologik faol birikmalarning faol markazlarida juda yaxshi adsorbsiyalanadigan zahar va toksinlarni oz miqdorda yuborish ko'pincha ularning adsorbsiyalanishiga olib keladi. Misol tariqasida organizmga sianid kislotasi tuzlari yuborishni keltirish mumkin. Sianid kislotasi tuzlari tarkibida temir saqlaydigan moddalar mavjud bo'lib, ular nafas fermentlarining faol markazlarida adsorbsiyalanadi va ularning faoliyatini to'xtatadi. Bu og'ir oqibatlarga olib keladi, natijada bir necha soniya ichida inson halok bo'lishi mumkin.

Xromotografiya

Xromotografiya (yunoncha *xromos* – rang demakdir) murakkab moddalarni ayrim qismlarga ajratib, tarkibini aniqlashga asoslangan fizik-kimyoviy usullardan biri. Xromotografiyaning maqsadi quyidagilardan iborat: qo'zg'almas fazasi (adsorbent) vazifasini bajaruvchi qavatdan adsorbat va eluent (suyuqlik yoki gazlar) o'tkaziladi. Natijada, eluent bilan birga adsorbat ham harakatlana boshlaydi. Agar adsorbat komponentlarining adsorbsiyalanishga moyilligi turlicha bo'lsa, kuchli adsorbsiyalanadigan moddalar adsorbentning yuqori qismida, nisbatan kuchsizlari esa quyi qismida sorbsiyalanadi va eluent yordamida o'zaro ajraladi. Masalan, eritmadagi mis va kobalt ionlarini bir-biridan ajratish maqsadida eritma aluminiiy oksid bilan to'ldirilgan adsorbtsion kolonka orqali

o'tkaziladi. Kolonkaning yuqori qismida avval ikkala ion ham adsorbsiyalanadi. Kolonkadan erituvchi o'tkazilsa, u aluminiy oksidga kuchsiz adsorbsiyalangan kobalt ionlarini pastroqqa tushiradi va ionlar aralashmasi ajratiladi.

Xromotografiyaning bir necha usullari farqlanadi:

1. *Adsorbsion xromotografiya* – bu usul birorta adsorbent tomonidan biron-bir adsorbtiivning tanlab adsorbsiyalanishiga asoslangan.

2. *Ion almashinish xromotografiyasi* – eritma bilan adsorbent o'rtasida ion almashinishiga asoslangan.

3. *Taqsimlanish xromotografiyasi* – o'zaro aralashmaydigan suyuqliklarda moddalarning turlicha taqsimlanishiga asoslangan.

Dissotsiatsiyalanadigan yoki kam dissotsiatsiyalanadigan moddalar taqsimlanishidagi farqi Nernst qonuni asosida ifodalanadi va o'zgarmas haroratda o'zaro aralashmaydigan ikki faza orasida taqsimlangan moddalarning konsentratsiyalari nisbati o'zgarmas son bo'ladi:

$$\frac{c_1}{c_2} = K;$$

bu yerda, K – taqsimlanish koeffitsienti.

Taqsimlanish xromotografiyasining quyidagi turlari mavjud:

1. Taqsimlanish xromotografiyasining ekstraksiya usuli.
2. Qog'ozli taqsimlanish xromotografiyasi.
3. Taqsimlanish xromotografiyasining gelfiltratsiya usuli.
4. Yupqa qavatli xromotografiya.
5. Gazli xromotografiya.

Adsorbsion xromotografiya hodisasi tibbiyotda keng qo'llaniladi. Masalan, ko'pchilik dorivor moddalar: antibiotiklar, gormonlar, antiseptik moddalar, alkaloidlarni preparativ ajratish va tozalashda adsorbsion xromotografiya usulidan foydalaniladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1-masala. Qattiq adsorbent $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ da qaysi ionlar adsorbsiyalanadi?

Yechish. Panet-Fayans qoidasiga binoan qattiq adsorbentda shu adsorbent tarkibiga kiradigan yoki adsorbent bilan umumiy guruhga ega bo'lgan ionlarga adsorbsiyalanadi.

Demak, $\text{CaCl}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$ reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ adsorbentda Ca^{2+} yoki PO_4^{3-} ionlar adsorbsiyalanadi.

2-masala. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,2000 mol/l bo'lgan 50,00 ml sirka kislotasi eritmasi 3 g adsorbent bilan aralashtirildi. Muvozanat qaror topgandan keyin shu eritmaning 10 ml ini titrlashga 14,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan natriy gidroksid eritmasi sarflandi. Sirka kislotaning adsorbsiya qiymatini hisoblang.

Berilgan:

$$V(\text{eritma}) = 50,00 \text{ ml} = 0,05 \text{ l};$$

$$c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,2000 \text{ mol/l};$$

$$m(\text{adsorbent}) = 3,0 \text{ g};$$

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10,00 \text{ ml};$$

$$V(\text{NaOH}) = 14,00 \text{ ml};$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ mol/l}.$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

Yechish:

Sirka kislotaning muvozanat qaror topgandagi konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{0,1000 \cdot 14,00 \text{ mol} \cdot \text{ml}}{10,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,1400 \frac{\text{mol}}{\text{l}}.$$

Adsorbsiya qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$a = \frac{(c_0 - c) \cdot V}{m} = \frac{(0,2000 - 0,1400) \cdot 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}}{3 \text{ l} \cdot \text{g}} = 0,001 = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{g}}.$$

Javob: $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/g}.$

Vaziyatli masalalar

1-masala. Dyuklo-Traube qoidasi va uning matematik ifodasini ko'rsating.

Javob: SFM gidrofob guruhining ta'siri Dyuklo-Traube qoidasi bilan tushuntiriladi. U quyidagicha ta'riflanadi: to'yingan karbon kislotalar va spirtlar uglevodorod zanjirlarining bitta CH_2 guruhga ortishi gomologlarning suvli eritmadagi sirt faolligining 3–3,5 marta ortishiga olib keladi.

Dyuklo-Traube qoidasining matematik ifodasi quyidagicha:

$$\beta = \frac{G_{n+1}}{G_n} = 3 \div 3,5;$$

bunda, β – Traube koeffitsienti.

2-masala. Organizmga tushgan toksin yoki zaharli moddalarning ta'siri qanday adsorbsiyaga asoslangan?

Javob: Immun oqsillari (antitanalar) juda katta tanlangan adsorbsiya qiymatiga ega. Ular organizm uchun yot bo'lgan ma'lum tur oqsillarda (antigenlarga) adsorbsiyalanib, ularni eritadi.

CN^- ionlari nafas zanjiri fermentlarining faol markazi bilan birikib, adsorbsiya jarayoni hisobiga ularni ingibirlaydi. Bu sianidlarning organizmga toksik ta'sirini tavsiflaydi.

Organizmga tushgan zaharli moddalar ta'siri tanlangan adsorbsiyaga asoslangan.

Test savollari

1. Gibbs tenglamasini ko'rsating:

$$\text{a) } G = \frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta c}; \quad \text{d) } G = \frac{RT}{c} \cdot \frac{\Delta c}{\Delta \phi};$$

$$\text{b) } G = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta c}; \quad \text{e) } G = \frac{c}{RT} + \frac{\Delta \phi}{\Delta c}.$$

2. Quyidagi jarayonlarning qaysi biri sorbsiyaga taalluqli?

- a) adsorbsiya; d) kapillar kondensatsiya;
b) xemosorbsiya; e) javoblarning hammasi to'g'ri.

3. Sorbentlarni ko'rsating:

1. C(faol); 2. CaO; 3. CO_2 ; 4. H_2O

- a) 1,2; b) 2,3; d) 3,4; e) 2,4.

4. Difil molekulani ko'rsating:

- a) $\text{CH}_3\text{-COOH}$; b) HOOC-COOH ; d) CH_4 ; e) H_2O ;

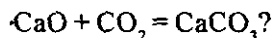
5. Moy kislota $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ molekulasidagi gidrofil guruhni ko'rsating:

- a) $-\text{CH}_3$; b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2-$; d) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2-$; e) $-\text{COOH}$.

6. AgCl zarrachada qaysi ionlar adsorbsiyalanadi?

- a) Na^+ ; b) Cu^{2+} ; d) Cl^- ; e) I^- .

7. Quyidagi reaksiya qanday jarayonga taalluqli:



- a) adsorbsiya; d) xemosorbsiya;
b) absorbiya; e) desorbsiya.

8. Qaysi ionlar konsentratsiyasining ortishi siydik yo'li va buyrakda tosh hosil bo'lishiga sabab bo'ladi?

- a) Na^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-} d) Mg^{2+} , Ca^{2+}
 b) K^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-} e) Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

9. Xromotografiya turlarini ko'rsating:

- a) adsorbsion; d) taqsimlanish;
 b) ion almashinuv; e) javoblarning hammasi to'g'ri.

10. Freyndlax tenglamasining matematik ifodasini ko'rsating:

- a) $\frac{x}{m} = Kp$; b) $a = \frac{x}{m} = Kp^n$; d) $G = \frac{c}{RT}$; e) $G = \frac{x}{c}$.

LABORATORIYA ISHI

Adsorbsiyaning sifat jihatini o'rganish

1- tajriba. Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya

4 ta probirka olib, har biriga 2,0 ml dan mis sulfat, kaliy dixromat, temir (III) gidroksid va berlin lazurining suyutirilgan eritmalaridan quyting. So'ngra har bir probirkaga 0,2 g dan maydalangan faollangan ko'mir qo'shing. Probirkalarni 5 daqiqa davomida aralashtiring, so'ngra filtrlang. Kuzatilgan hodisani tushuntiring. Filtratning rangidan foydalanib, probirkada qaysi modda eritmasi borligini aniqlash mumkinmi?

2- tajriba. Adsorbsiyaga erituvchilarning ta'siri

Yodning erituvchi tabiati bilan farqlanadigan 2 ta eritmasi (№1 va №2) bor. Birinchi probirkaga 2,0 ml №1- eritma, ikkinchisiga №2- eritma quyting. Har bir probirkaga 0,2 g dan faollangan ko'mir solib, 5 daqiqa davomida aralashtiring, so'ngra filtrlang. Kuzatilgan hodisani tushuntiring. Yodning suvli va spirtli eritmalarini aniqlang. Ularning adsorblanishida farq bormi? Agar javob asosli bo'lsa, sababini tushuntiring.

3- tajriba. Og'ir metallarning xemosorbsiyasi

2 ta probirkaga 2,0 ml dan qon zardobi quyib, ularga 2 tomchidan qon tomizing. Birinchi probirkaga №3- eritma 1,0 ml; ikkinchisiga esa №4- eritma 1,0 ml qo'shing. Kuzatilgan hodisani tushuntiring. Qaysi eritmada Na^+ ionlari, qaysi eritmada Pb^{2+} ionlari borligini aniqlang. Og'ir metallarning ionlari xemosorbsiya tufayli qonning shaklli elementlariga ta'sir etib, ular membranalarining fizik-kimyoviy xossalari o'zgartiradi.

Sirka kislotaning ko'mirdagi adsorbsiyasi

a) 4 ta toza va quruq qopqoqli idishga 0,5 g dan faollangan ko'mir va pipetka yordamida 15,00 ml dan jadvalda ko'rsatilgan ekvivalent molyar konsentratsiyali sirka kislotasi eritmasi quyiladi (0,0250; 0,0500; 0,1000; 0,2000 mol/l). Idishlarning qopqog'i 20–25 daqiqa yopiq qoldirilib, vaqti-vaqti bilan chayqatib turiladi. Shundan so'ng sirka kislotasi eritmasi filtr qog'oz yordamida filtrlanadi va alohida idishlarga joylanadi. Filtratlar konsentratsiyasini (c) aniqlash uchun ishlatiladi.

b) sirka kislotasining boshlang'ich ekvivalent molyar konsentratsiyasini (c_0) aniqlash.

Buning uchun yuqorida ko'rsatilgan konsentratsiyali sirka kislotasi eritmasidan 10,00 ml olib, 4ta kolbaga solinadi. Eritmalarga 2–3 tomchi fenolftalein indikator qo'shilib, natriy gidroksidning ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan eritmasi bilan och pushti rang paydo bo'lguncha titrlanadi. Titrlashga sarf bo'lgan natriy gidroksid hajmi jadvalga yoziladi.

Idishlar tartib raqami	Sirka kislotasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi, mol/l	10,0 ml sirka kislotasiga sarflangan natriy gidroksid miqdori	Adsorbsiyalangan modda miqdori, x mol	Solishtirma adsorbsiya, x/t mmol/l
1	0,0250			
2	0,0500			
3	0,1000			
4	0,2000			

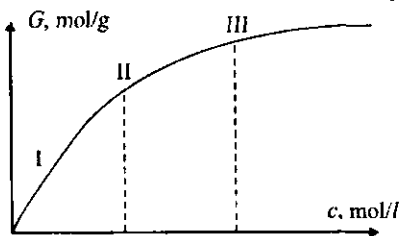
Masalan, agar 10,00 ml 0,0250 mol/l konsentratsiyali sirka kislotasini titrlashga 2,50 ml natriy gidroksid eritmasi, 0,0500 mol/l ga 5,30 ml; 0,1000 mol/l ga 10,50 ml va 0,2000 mol/l ga 20,6 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali natriy gidroksid eritmasi sarflangan bo'lsa, demak shunga mos ravishda sirka kislotasi uchun $V_0 = 25,00$ ml, 53,00 ml, 105,0 ml va 206,00 ml sarflanadi. Olingan natijalar jadvalga yozib olinadi.

d) sirka kislotasining muvozanat konsentratsiyasi, ya'ni sirka kislotasining ko'mirga adsorbsiyalanganidan keyingi konsentratsiyasini (c) aniqlash. Buning uchun 10,00 ml sirka kislotasi eritmasi (faollangan ko'mir bilan adsorbsiyalanganidan keyingi filtratdan) olib, alohida kolbalarga solinadi. Har bir kolbaga 2–3 tomchi fenolftalein indikator qo'shiladi va pushti rang paydo bo'lguncha natriy gidroksidning 0,1000 mol/l konsentratsiyali eritmasi bilan titrlanadi. Sirka kislotasini titrlash uchun sarf bo'lgan natriy gidroksid miqdori jadvalga yoziladi, bunda konsentratsiya 100 ml sirka kislotasiga 0,1000 mol/l ga mos bo'lgan hajmda ifodalanadi.

e) har bir konsentratsiya uchun adsorbsiyalangan sirka kislotaning miqdori quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$x = \frac{(c_0 - c)V}{100}, \text{ mmol};$$

bu yerda, x – 1 g adsorbentga adsorbsiyalangan sirka kislotasi miqdori, g;
 c_0 va c – boshlang'ich va muvozanat konsentratsiyalar;
 V – adsorbsiyalash uchun olingan sirka kislota hajmi, ml;



II- rasm. Adsorbsiya izotermasi

f) millimetrlri qog'ozda adsorbsiya izotermasi chiziladi. Buning uchun abssissa o'qiga jadvalda ko'rsatilgan boshlang'ich konsentratsiya (c) qiymati (mol/l da), ordinata o'qiga esa adsorbsiya qiymatlari – G (mol/g) qo'yiladi. Hosil bo'lgan izoterma 13- rasmda ko'rsatilgan kabi bo'lishi kerak.

5.2. Elektrokimyo asoslari. Biologik suyuqliklarning pH ini potensiomertik aniqlash

Mashg'ulotning maqsadi. Elektrokimyo asoslari, galvanik elementlarning tuzilishi va ishlash prinsipi haqida ma'lumotga ega bo'lgan holda potensiomertik usul bilan biologik suyuqliklar pHini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Tana harorati, turli biologik suyuqlik osmotik bosimi ma'lum qiymatlarga ega bo'lganligi kabi, organizmning pH qiymati ham muhim doimiyliklardan hisoblanadi. Masalan, qon $pH=7,36$; siydik $pH=5,0-8,0$; me'da shirasi $pH=0,9-2,0$. Tegishli pH qiymatlarining o'zgarishi patologik jarayonlarga, ya'ni kasallik paydo bo'lishiga olib keladi. Qon, siydik, me'da shirasining reaksiya muhitlarini o'rganish, diagnostikada, shuningdek, jarrohlikda va boshqa kasalliklarda, hamda ovqatlanish, dorivor moddalarni qabul qilishda muhim ahamiyatga ega. pH ni potensiomertik aniqlash usuli aniq va ishonchlidir. Bu usulni biologik suyuqliklar pH ini boshqa usullar bilan aniqlab bo'lmaydigan hollarda ham qo'llash mumkin. Masalan, rangli va loyqasimon moddalar, ya'ni qon, hujayra suspenziyasi kabilarning pH qiymatini titrimetrik analiz usullari bilan aniqlab bo'lmaydi, faqat potensiomertik usul yordamida aniqlash mumkin. Potensiomertik usulning bunday afzalliklari uni biokimyoviy, klinik, hamda sanitariya-gigiyena laboratoriyalarida keng qo'llashga imkon beradi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Vodorod ko'rsatkich – pH .
2. Elektr energiyasining doimiy va o'zgaruvchan manbai.
3. Normal vodorod elektrod. Normal elektrod potentsiali.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Metall-suv, metal-eritma chegarasida hosil bo'ladigan potentsial. Nernst tenglamasi.
2. Galvanik elementlarning tuzilishi. Yakobi-Daniel elementi.
3. Elektrod potentsialining metall tabiatiga, konsentratsiya va haroratga bog'liqligi.
4. Elektrodlar turi: solishtirish (standart) elektrodleri, aniqlash elektrodleri, ionosektiv elektrodler.
5. Diffuziya va membrana potentsiallari hamda ularning biologik ahamiyati.
6. Oksidlanish-qaytarilish tizimlari va ularning biologik ahamiyati.
7. Eritmalar pH ini potentsiometrik aniqlash.

Ma'lumotlar yig'indisi

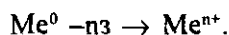
Elektrokimyo – fizik kimyoning bir bo'limi bo'lib, turli sistemalardagi kimyoviy jarayonlar energiyasining elektr energiyasiga va, aksincha, elektr energiyasining kimyoviy energiyaga aylanishini o'rganadigan fandır. Birinchi hodisa galvanik elementlarda, ikkinchi hodisa esa elektroliz vaqtida yuz beradi.

Tirik organizmda qator kimyoviy jarayonlar natijasida elektr energiyasi (biotok) hosil bo'ladi. O'z navbatida, bu energiya turi boshqa kimyoviy jarayonlarni amalga oshirishni ta'minlab turadi. Bu esa endogen kimyoviy jarayonlar va biotoklarning o'zaro bog'liqligini ko'rsatadi. Bu jarayonlarni o'rganish va talqin qilishda elektrokimyo fanining asosiy tushunchalaridan foydalaniladi.

Biokimyoviy jarayonlarning amalga oshishi natijasida hosil bo'lgan yoki sarf bo'lgan energiyaning miqdorini aniqlash tibbiyotda diagnostika maqsadida keng qo'llaniladi.

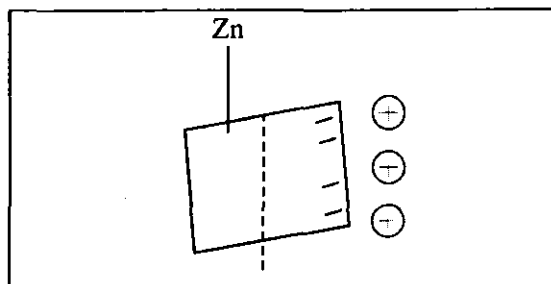
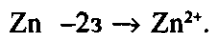
Galvanik elementlar nazariyasi

Agar metall plastinka toza suvga (erituvchiga) tushirilsa, uning kristall panjarasi yemirilishi va metall ionlari suvning polyar molekullari tomonidan tortilishi hisobiga eritmaga ma'lum ionlar ajralib chiqadi, ya'ni metall oksidlanadi:



Oqibatda, musbat ionlarning bir qismini yo'qotgan metall ortiqcha ionlarga ega bo'lib qoladi-da, manfiy zaryadlanadi, metall atrofida esa metall kationlari to'planadi va musbat

zaryadlanadi. Metall atomi elektron berib, ya'ni oksidlanib, metall ioniga aylanadi (17- rasm):



17- rasm. Qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi

Metalldan eritmaga o'tgan musbat ionlar manfiy zaryadlangan metallga tortiladi va metall sirti yaqiniga joylashib, *qo'sh elektr qavat* hosil qiladi. Hosil bo'lgan potensial metall atomining ioniga aylanib, eritmaga o'tishiga to'sqinlik qiladi va, oqibatda, ma'lum bir kattalikka ega bo'lgan potentsiallar ayirmasi vujudga keladi.

Agar Cu, Ag, Au metallari shu metall ionlarini saqlagan eritmaga tushirilsa, kationlar eritmadan metallga o'tadi. Natijada metall musbat zaryadlanadi va uning atrofida eritmadagi manfiy ionlar to'planadi. Bu holda ham potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. Eritmaga tushirilgan plastinka *elektrod*, metall-eritma chegarasida paydo bo'lgan potensial *metallning elektrod potentsiali* deb ataladi.

Agar metall o'zining biron-bir eritmasiga tushirilsa, metall ionlarining eritmaga o'tishiga eritmada mavjud bo'lgan shu metall ionlari qarshilik qiladi. Bu qarshilik eritmadagi metall ionlarining metall kristall panjarasi tarkibiga kirishga intilishida namoyon bo'lib, eritmadagi ionlar konsentratsiyasiga proporsionaldir:

- agar metall va uning tuzi eritmasidan iborat sistemada metall ionlarining eritmaga o'tish jarayoni ustunlik qilsa, metall manfiy zaryadlanadi;
- agar metall ustiga kationlar o'tishi jarayoni ustunroq bo'lsa, metall musbat zaryadlanadi.

Ikkala holda ham metall sathi bilan suyuqlikning yondashgan qavati orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. Bu potentsiallar ionlarning metalldan eritmaga o'tishini chegaralab turadi va shuning uchun har bir metall va uning ma'lum tuzi konsentratsiyasiga qandaydir biror potensial to'g'ri keladi, shunga asosanib, ba'zi metallarning normal potentsiallar jadvali tuzilgan (1- jadval). Bunda vodoroddan oldin turgan metallar manfiy zaryadga, keyingilari esa musbat zaryadga ega bo'ladi.

Metall o'z tuzi eritmasiga tushirilganda, vujudga keladigan potensial *elektrod potentsiali* (E) deyiladi. Agar eritmadagi metall ionlarining faolligi 1 mol/l ga teng bo'lsa, bu holda potensial *normal elektrod potentsiali* (E^0) deyiladi.

1- jadval

25° C da metallarning elektrod potentsiallari

Elektrod (metall/ ion)	E^0 , v	Elektrod (metall/ ion)	E^0 , v
Li/Li ⁺	-3,02	Pb / Pb ²⁺	-0,126
K/K ⁺	-2,92	H ₂ / 2H ⁺	±0,000
Na/Na ⁺	-2,713	Cu / Cu ²⁺	+ 0,34
Al/Al ³⁺	-1,66	Ag / Ag ⁺	+0,80
Mn/Mn ²⁺	-1,05	Hg / Hg ⁺	+0,799
Zn/Zn ²⁺	-0,763	Hg / Hg ²⁺	+0,854
Fe/Fe ²⁺	-0,441	Pt / Pt ²⁺	+1,20
Ni/Ni ²⁺	-0,23	Au / Au ⁺	+1,70

Metallning elektrod potentsiali E metallning xossalari, eritmadagi metall ionining konsentratsiyasi va haroratga bog'liq. Bu bog'liqlik Nernst tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a^{n+};$$

bu yerda, R – gaz doimiysi (8,31 l · kPa/mol · K);

T – absolut harorat;

a – metall ionlarining faolligi;

F – Faradey soni (96500 Ku);

n – metallning bir atomi beradigan elektronlar soni;

E^0 – normal elektrod potentsiali.

Agar konsentratsiya 1 g-ion/l ga teng bo'lsa, $E = E^0$. Ya'ni metall ionlarining konsentratsiyasi 1 g-ion/l ga teng bo'lgan metall tuzi eritmasiga shu metallning o'zi tushirilsa, metallning elektrod potentsiali E^0 ga teng bo'ladi.

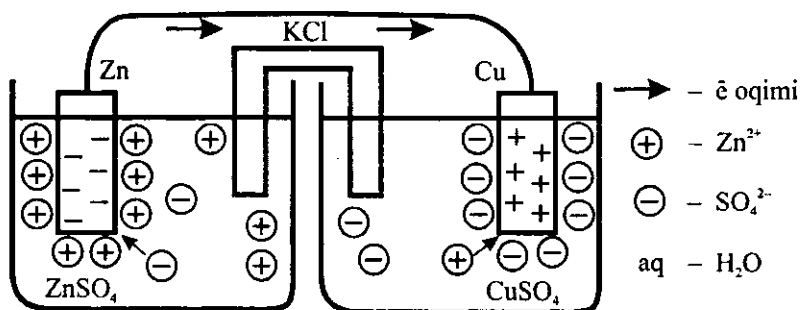
Galvanik elementlar tuzilishi

Elektrokimyoviy zanjirlar tashqi va ichki tarkibiy qismlardan iborat bo'lib, ichki zanjir galvanik elementdan tashkil topgan bo'ladi.

Galvanik element deb, kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantiradigan va 2 ta o'z tuzi eritmasiga tushirilgan hamda bir-biriga ulangan elektrodlardan tuzilgan sistemaga aytiladi.

Galvanik elementlar:

- 1) elektrod potentsiali belgisi va tabiati bilan farqlanadigan elektrodlardan, masalan, Zn/Zn^{2+} ($-0,762V$) va Cu/Cu^{2+} ($+0,34V$) metallardan tuzilgan;
- 2) bir xil potentsial belgisi, ammo turli metallardan iborat elektrodlardan, masalan, Cu/Cu^{2+} ($+0,34V$) va Au/Au^{+} ($+0,70V$) dan tashkil topgan;
- 3) turli konsentratsiyali tuz eritmasiga tushirilgan bir xil metall elektrodlardan iborat bo'ladi (konsentratsion element deyiladi).

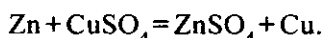
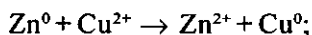
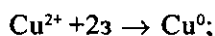
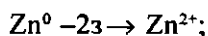


13- rasm. Yakobi-Daniel galvanik elementining chizmasi

2 metalli galvanik elementlarga Yakobi-Daniel elementini misol qilib keltirish mumkin. Bu element mis va rux elektrodlarining o'zining sulfat tuzlari eritmalariga tushirilgan sistemadan iborat. Mis elektrod Cu^{2+} ionlari bor eritmaga ($CuSO_4$ eritmasiga), rux elektrod Zn^{2+} ionlari bor eritmaga ($ZnSO_4$ eritmasiga) tushirilgan (13- rasm). Elektrodlar o'zaro sim bilan, eritmalar KCl ning agar-agarli ko'priklari bilan ulangan. Bu element zanjiri quyidagicha yoziladi:



Agar elektrodlar bir-biri bilan tutashtirilsa, sistemada kimyoviy jarayonlar amalga oshishi hisobiga elektr toki paydo bo'ladi.



Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a^{n+}.$$

Ion faolligi $a^{n+} = 1$ bo'lsa,

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln K, \quad E = \frac{RT}{nF} \ln K = E^0;$$

bunda, E^0 – eritmalarda ionlarning faolligi bir-biriga teng yoki har qaysi ionning faolligi 1 ga teng bo'lganda vujudga kelgan elektr yurituvchi kuch bo'lib, *normal (standart) elektr yurituvchi kuch* deyiladi.

Galvanik elementlar xususiyati jihatidan qaytar va qaytmaz bo'ladi. Masalan, Yakobi-Daniel galvanik elementining tashqi zanjiridagi tok oqimi teskari yo'nalishda yuborilsa, elektrodlarda teskari jarayonlar sodir bo'ladi: rux elektrodda vodorod ajrala boshlaydi, mis elektrod esa eriy boshlaydi va sistema avvalgi holatiga qayta boshlaydi. Elektr tokini teskari tomonga yo'naltirganda qaytar jarayonlar boradigan elementlar *qaytar elementlar* deyiladi. Agar eritma vazifasini bajaruvchi tuzlar sulfat kislota almashtirilsa, rux elektrodining erishi, mis elektrodida esa vodorod molekulasi ajralib chiqishi kuzatiladi. Tok teskari tomonga yo'naltirilsa, mis elektrod eriydi, rux elektrodida esa vodorod ajralib chiqadi. Bunday galvanik elementlar *qaytmaz elementlar* deyiladi.

Elektrodlar hamma vaqt o'z tuzining eritmasiga botirilgan metall plastinka bo'la-vermaydi. Ba'zan tuz eritmasi o'rniga kerakli tuz saqlagan pasta (kalomel elektrodarda), gaz elektrodleri ham qo'llaniladi, bunda metall plastinka vazifasini indeferent plastinkaga (oltin, platina) adsorbsiyalangan gaz bajaradi (vodorod va kislorod elektrodler) va boshqalar.

Ko'rib chiqilgan elektrodler plastinka va eritma orasida ion almashinish asosida ishlaydi va ular anion yoki kationga nisbatan (qanday ion almashinayotganiga qarab) qaytar deyiladi.

Elektrodler tuzilishi jihatidan birinchi va ikkinchi turga ajraladi.

Birinchi tur elektrodler o'zining tuzi eritmasiga tushirilgan metall dan iborat bo'ladi. Ular eritma bilan faqat qaytar tabiatga ega kation almashinuvi jarayoni orqali ta'sirlashadi. Masalan: $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$; $\text{Ag}|\text{Ag}^+$.

Ikkinchi tur elektrodlarda metall o'zining qiyin eriydigan tuzi bilan qoplangan bo'ladi va elektrod shu tuz tarkibiga kirgan ion saqlagan hamda suvda yaxshi eriydigan modda (tuz) eritmasiga solingan bo'ladi. Bunday elektrodlerga KCl eritmasiga tushirilgan AgCl bilan qoplangan kumush elektrodni misol qilib keltirish mumkin.

Elektrodler potentsial qiymatlari tabiatiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1. Solishtirish elektrodleri.
2. Aniqlash elektrodleri.
3. Ion selektiv elektrodler.

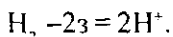
Solishtirish elektrodleri

Tashqi omil ta'sirida potentsial qiymatini o'zgartirmaydigan elektrodler *solishtirish elektrodleri* deyiladi.

Elektrod potensialining aniq qiymatini o'lash usullari ayni vaqtgacha mavjud emas. Buning uchun potensial qiymati nol deb qabul qilingan standart elektrodning absolut qiymati bilan solishtirish orqali chegaralaniladi. Standart elektrod sifatida, odatda, potensial qiymati nolga teng bo'lgan vodorod elektrod qabul qilinadi. Unga nisbatan boshqa elektrodning potensial solishtiriladi. Potensial qiymati aniqlangandan so'ng bu elektrodlar ham standart elektrod sifatida ishlatilishi mumkin (bunday hollarda ularni solishtirish elektrodleri deyiladi).

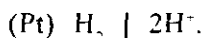
Solishtirish elektrodleri sifatida normal elektrodlar ishlatiladi. Bu tuzi eritmasidagi metall ionlarining faolligi 1 g-ion/l ga teng bo'lgan elektrodlardir.

Vodorod elektrod qaytar tabiatli birinchi tur elektrod larga mansub bo'lib, u faqat eritmadagi bitta ionga – vodorod ioniga nisbatan qaytardir. Bu elektrod eng oddiy holda bir tomoni yopiq bo'lgan idishga platina bilan qoplangan platina plastinkadan iborat bo'lib, u vodorod ionlari faolligi 1 ga teng bo'lgan konsentratsiyasi 1 mol/l sulfat kislota eritmasiga tushirilgan. Bu eritmadan 1 atm (101,325 kPa) bosim ostida o'ta toza vodorod o'tkazilganda, gaz yuqoriga ko'tariladi va platinada adsorbsiyalanadi. Bunda quyidagi jarayon amalga oshadi:



Hosil bo'lgan elektronlar elektrodga yig'ilib, uning manfiy zaryadlanishiga sabab bo'ladi. H^+ ionlari esa elektrod atrofida yig'iladi. Natijada, qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi va potensiallar ayirmasi yuzaga keladi.

Vodorod elektrodining elektrokimyoviy sxemasi quyidagicha yoziladi:



Vodorod ionining faolligi $a_{\text{H}^+} = 1$ g-ion/l va bosimi $\text{H}_2 = 1$ atm bo'lganda vodorod ionining potensial shartli ravishda 1 ga teng deb qabul qilingan. Bu esa uning yordamida boshqa elektrodlar potensial qiymatini oson aniqlash imkonini beradi.

Vodorod elektrod i juda aniq, lekin sezgirli i juda yuqori bo'lganli i, shiningdek, uni tayyorlash va ishlatish texnik qiyinchiliklarga olib kelgani bois, ko'p hollarda boshqa elektrodlardan foydalaniladi.

Kumush xlorli elektrod. Bu elektrod KCl ning to'yingan eritmasiga tushirilgan AgCl tuzi bilan qoplangan kumush sim yoki plastinkadan iborat. Bu elektrodning elektrokimyoviy sxemasi quyidagicha yoziladi: $\text{Ag} \mid \text{AgCl} \mid \text{KCl}$. Kumush xlorli elektrodning potensial i xlor ionining faolligiga bog'liq. Xlor ionining faolligi $a_{\text{Cl}^-} = 1$ bo'lganda va 25°C haroratda kumush xlorli elektrod potensial i +222 mV ga teng.

Kalomel elektrod i. Bu elektrod idish tagida joylashgan bir necha tomchi simob va maydalangan Hg_2Cl_2 (kalomel)ning ustida KCl ning to'yingan eritmasi quyilgan sistemadan iborat. Kalomel elektrodning elektrokimyoviy sxemasi quyidagicha yoziladi: $\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \mid \text{KCl}$. Bu elektrodning potensial qiymati ham xlor ionlarining faolligiga (KCl eritmasining konsentratsiyasiga) bog'liq bo'lib, +246 mV ga teng.

Aniqlash elektrodleri

Tashqi muhit komponentlari ta'sirida o'z potensial qiymatini o'zgartira oladigan elektrod'larga *aniqlash elektrodleri* deyiladi. Bunday elektrod'larga:

1) shisha elektrod;

2) xingidron elektrod va boshqalar kiradi.

Shisha elektrod – uchi sharsimon tuzilishli, diametri 0,01 mm bo'lgan yupqa shisha naycha bo'lib, unga 1 mol/l konsentratsiyali HCl solingan. Bu eritmaga sirti AgCl bilan qoplangan kumush elektrodni tushiriladi. Shisha elektrodning potentsiali vodorod ionlarining faolligiga bog'liq bo'lib, Nernst tenglamasi bilan aniqlanadi.

Shisha elektroddan pH ning katta oralig'ida ($pH=2-12$) foydalanish mumkin.

Xingidron elektrod – o'zida ekvimolyar miqdorda xinon ($C_6H_4O_2$) va gidroksinon $C_6H_4(OH)_2$ saqlagan eritmaga tushirilgan platina simdan iborat. Xinon-gidroksinon sistema redoks (oksidlanish-qaytarilish) sistemaga mansub bo'lib, xinon oksidlangan, gidroksinon esa qaytarilgan shaklga egadir.

Xingidron elektrod juda qulay bo'lib, uni ham solishtirish, ham aniqlash elektrodni sifatida ishlatish mumkin.

Xingidron elektrod potentsiali asosan vodorod ionlarining miqdoriga bog'liq bo'ladi va vodorod ionlarining faolligi bir mol/l ga teng bo'lganda, potentsialining qiymati 0.7044 mV ga teng. Lekin bu elektrodni qo'llashda qator kamchiliklar mavjud.

Birinchidan, bu elektrod faqat $pH=8$ bo'lgan holdagina aniq ko'rsatkichlar beradi.

Ikkinchidan, tizimda oksidlovchi yoki qaytaruvchi tabiatli moddalar bo'lmagandagina aniq natijalar olish mumkin.

Ion selektiv elektrodlar

Bu elektrodlar potensial qiymatini faqat ma'lum bir ion turlarining (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ , Ag^+ , Cu^{2+} , S^{2-} , CN^-) konsentratsiyasiga qarab o'zgartiradi. Ion selektiv elektrod'lardan biologik sistemalardagi turli ionlarning miqdorini aniqlashda foydalaniladi.

Diffuziya va membrana potentsiallari va ularning biologik ahamiyati

Turli konsentratsiyali 2 ta eritma o'zaro ulansa, erigan modda diffuziya hisobiga konsentratsiyasi yuqori bo'lgan eritmada konsentratsiyasi kichik eritmaga o'ta boshlaydi. Bu jarayonda yuqori harakatchanlikka ega bo'lgan zarrachalar harakat tezligi sust bo'lgan zarrachalarning oldida joylashib qoladi. Oqibatda quyi konsentratsiyali eritma harakat tezligi yuqori bo'lgan ion zaryad belgisiga, yuqori konsentratsiyali eritma esa nisbatan sust harakatlanadigan ion zaryad belgisiga ega bo'lib qoladi. Eritmalar tutashgan muhitning ma'lum bir qismida diffuziya potentsiali vujudga keladi va bu potentsial ionlar harakat tezligini tenglashtiradi.

Agar turli konsentratsiyali 2 eritma faqat bir xil o'lcham va zaryad qiymatiga ega bo'lgan ion va molekulalarni o'tkazadigan membrana bilan ajratilsa, diffuziya potentsiali qiymati keskin ortadi, natijada, membrananing 2 tomonidagi muhitlarda zaryadlar farqi kelib chiqadi va bu *membrana potentsiali* deyiladi.

Membranalarning musbat va manfiy zaryad qiymatiga ega bo'lishi ular tarkibidagi moddalarning funksional guruhlar tabiati bilan belgilanadi. Masalan, manfiy zaryadga ega bo'lgan COO^- guruhlar saqlanishi ular da manfiy zaryad hosil bo'lishiga sabab bo'lib, NH_4^+ membrana sirt yuzasining musbat bo'lishini belgilaydi. Masalan, eritrotsit membranalaridan faqat anionlar o'ta oladi, kationlar esa maxsus membrana kanalchalari orqali yoki faol transport orqali tashiladi.

Membrana potentsiallari turg'un bo'lib, bir necha oy davomida saqlanadi.

Diffuziya va membrana potentsiallari biologik obyektlarda hosil bo'lgani uchun tibbiyotda katta ahamiyat kasb etadi. Hujayralarning tashqi qavati yoki qobig'i buzilishi natijasida ularning tanlanuvchan o'tkazuvchanlik xususiyati ham buzilib, elektrolitlar konsentratsiyalar farqiga qarab, hujayra ichiga yoki hujayradan tashqariga diffuziya hisobiga harakatlanadi. Buning oqibatida diffuziya potentsiali hosil bo'ladi. Uning qiymati 30-40 mV ga etadi. Diffuziya jarayoni tugaganda potensial nolgacha kamayadi. Ko'p hollarda zararlangan to'qima zararlanmagan to'qimaga nisbatan manfiy zaryadlanadi.

Bundan tashqari, turli to'qimalar va hujayra organlari kimyoviy tarkibi jihatidan farq qilganligi uchun ular orasida membrana potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi. Membrananing 2 tomonidagi ionlar konsentratsiyasining o'zgarishi potentsiallar ortishi yoki kamayishiga olib keladi.

Oksidlanish-qaytarilish (redoks) tizimlari va ularning tibbiyotdagi ahamiyati

Bir xil ionlarning oksidlangan va qaytarilgan shakllarini saqlagan tizimlar *oksidlanish-qaytarilish* yoki *redoks tizimlar* deyiladi. Bularga Fe^{3+} va Fe^{2+} , Cu^{2+} va Cu^+ , Co^{3+} va Co^{2+} ion juftlaridan iborat tizimlar kiradi.

Redoks tizimlarda oksidlangan hamda qaytarilgan shakllar miqdori o'zaro tenglashishga intiladi. Natijada, inert elektrodlar – platina yoki oltin bilan elektron almashinuvi jarayoni orqali ta'sirlashadi.

Agar tizimda oksidlangan shaklning nisbiy miqdori ortsa, bu holda elektrod elektron beradi, ya'ni qaytarilish jarayoni boradi. Natijada, tizimda oksidlangan shaklning miqdori kamayib, qaytarilgan ionlar miqdori ortadi. Elektrod esa musbat zaryadlanadi. Tizimdagi qaytarilgan ionlar nisbiy miqdori ko'p bo'lsa, elektrod tizimdan (qaytarilgan shakldagi ionlardan) elektron qabul qiladi. Bu esa oksidlangan ionlar miqdorining ortishiga va elektrodning manfiy zaryadlanishiga olib keladi.

Ikkala holda ham elektrodlar bevosita kimyoviy jarayonda ishtirok etmaydi, ular faqat elektron o'tkazgich vazifasini bajaradi. Bu jarayonda elektrodlarda potentsiallar ayirmasi

yuzaga keladi va bu redoks potensial deyiladi. Redoks potensial Piter tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{c_{(\text{oksidlangan})}}{c_{(\text{qaytarilgan})}};$$

bu yerda, E^0 – normal redoks potensial;

n – zarrachaning oksidlanishi yoki qaytarilishi uchun sarf bo'lgan elektronlar soni;

T – absolut harorat;

F – Faradey soni, 96500 KJ/mol;

R – universal gaz doimiysi, $8,311 \cdot \text{kJPa/mol} \cdot \text{K}$;

$c_{(\text{oksidlangan})}$ va $c_{(\text{qaytarilgan})}$ – oksidlangan yoki qaytarilgan shakllarning konsentratsiyasi (faolligi).

F va R larning qiymatini qo'yib, natural logarifmdan o'nli logarifmga o'tilsa quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$E = E^0 + \frac{0,0591}{n} \ln \frac{c_{(\text{oksidlangan})}}{c_{(\text{qaytarilgan})}}.$$

Agar elektrod oksidlangan va qaytarilgan shakllari teng bo'lgan eritmaga tushirilsa, hosil bo'lgan potensial *normal redoks potensial* (E^0) deyiladi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari odam fiziologiyasida katta ahamiyat kasb etadi. Ular qatoriga qon va to'qimalar tarkibidagi 2 va 3 valentli temir saqlagan gem/gematin va sitoxrom, oksidlangan va qaytarilgan shakldagi askorbin kislota, sistin-sistein aminokislotalar va boshqalar kiradi.

Eritmalar pH ini potensiometrlik aniqlash

Potensiometrlik titrlash usuli galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini (EYUK) aniqlashga asoslangan. Potensiometrlik usul bilan turli biologik tizimlardagi ionlarning miqdori va redoks jarayonlarning potensial qiymatlari, biologik suyuqliklarning pH qiymati aniqlanadi.

Tizimning EYUK oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida tizimning redoks-potensial o'zgarishi hisobiga o'zgaradi, kislota-asosli reaksiya yoki cho'kma hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarda ionlar konsentratsiyasi o'zgarishi hisobiga o'zgaradi. Masalan, kislotani ishqor bilan titrlashda vodorod ionlarining konsentratsiyasi asta-sekin kamayadi, ekvivalent nuqtada esa keskin kamayib, so'ng yana sekin o'zgaradi. Tizimning EYUK ham shunga mos ravishda o'zgaradi.

Eritmalarning pH qiymatini aniqlash tahlil qilinayotgan eritmaga aniqlash elektrodi tushirilib, uning potensial qiymati pH ga bog'liqligini solishtirishga asoslangan. Tizimning

potensial qiymati aniqlash elektrodi va potensial qiymati ma'lum elektrod (normal vodorod, kalomel) dan tuzilgan zanjirning EYUK bo'yicha aniqlanadi. Potensiometrik titrlashda o'lchovchi va solishtiruvchi elektrodning potensiallari farqi bilan qo'shilayotgan ishchi eritmaning hajmi o'rtasidagi bog'lanish kuzatiladi.

Eritmalarning pH qiymatini potensiometrik usulda aniqlash kimyoviy va biokimyoviy laboratoriyalarda katta ahamiyat kasb etadi.

Keyingi vaqtda eritmalarning pH qiymati EYUK ni kompensatsion usulda aniqlash prinsipiga asoslangan yarimavtomat va avtomat pH metrlar yordamida amalga oshirilmoqda.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Vodorod elektrodining potentsiali $-0,082$ V ga teng. Ushbu eritmadagi H^+ ionlarining konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish:

$\varphi = -0,059pa_{H^+}$ tenglamasi bo'yicha:

$$pa_{H^+} = -\frac{\varphi}{0,059} = \frac{0,082}{0,059} = 1,39.$$

Bundan kelib chiqadiki,

$$-lg a_{H^+} = 1,39;$$

$$-lg a_{H^+} = -lg 0,041 = 2,6;$$

$$a_{H^+} = 0,041 \text{ mol/l.}$$

Javob: $a_{H^+} = 0,041 \text{ mol/l.}$ $-lg a_{H^+} = -lg 0,041 = 2,6;$

2-masala. $Ag/AgNO_3 (0,001M)//AgNO_3(0,1M)/Ag$ galvanik elementining EYUKini aniqlang. Bu element ishlaganda, tashqi zanjirdagi elektronlar qaysi tomonga qarab harakatlanadi?

Yechish: Ag^+/Ag tizimning standart elektrod potentsiali $+0,80$ mV teng. Chap elektrodning potentsiali φ_1 , o'ng elektrodniki esa φ_2 , demak, ular orqali:

$$\varphi_1 = 0,80 + 0,059 \lg 0,001 = 0,80 + 0,059 \cdot (-3) = 0,62 \text{ mV};$$

$$\varphi_2 = 0,80 + 0,059 \lg 0,1 = 0,80 + 0,059 = 0,74 \text{ mV.}$$

Elementning EYUK:

$$E = \varphi_1 - \varphi_2 = 0,74 - 0,62 = 0,12 \text{ mV.}$$

$\varphi_1 < \varphi_2$ bo'lgani uchun, chap elektrod elementning manfiy qutbi bo'lib, elektronlar tashqi zanjirda chap elektrodan o'ng elektrodga qarab harakat qiladilar.

Vaziyatli masalalar

1- masala. Tarkibida Fe^{3+} va Fe^{2+} ionlari bo'lgan eritmaga platina elektроди tushirilganda, uning potentsiali 298 K da 0,783 V ga teng. Bu eritmadagi temir ionlarining konsentratsiyalari nisbatini aniqlang.

Javob: eritmadagi Fe^{3+} ionlarining miqdori Fe^{2+} ga nisbatan 1,6 marta ko'p.

Test savollari

1. Solishtirish elektrodini ko'rsating:

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| a) vodorod elektrod; | d) ion-selektiv elektrod; |
| b) shisha elektrod; | e) xingidron elektrod. |

2. Aniqlash elektrodini ko'rsating:

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| a) vodorod elektrod; | d) kalomel elektrod; |
| b) shisha elektrod; | e) ion-selektiv elektrod. |

3. Galvanik elementlarning EYUK ini aniqlash qaysi usul asosini tashkil qiladi?

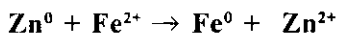
- | | |
|---------------------|--------------------|
| a) elektroosmos; | d) oksidimetriya; |
| b) potensiometriya; | e) xromotografiya. |

4. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish jarayonining sxemasini ko'rsating:



- | | |
|---|---|
| a) $\text{Fe}/\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 / \text{KCl} / \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / \text{Cd}$; | d) $\text{Fe}/\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / \text{KCl} / \text{Cd}/\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; |
| b) $\text{Cd}/\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / \text{KCl} / \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$; | e) $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 / \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 / \text{KCl} / \text{Cd}/\text{Fe}$. |

5. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish jarayonining sxemasini ko'rsating:



- | | |
|---|---|
| a) $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+} / \text{KCl} / \text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$; | d) $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0 / \text{KCl} / \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0$; |
| b) $\text{Zn}^{2+}/\text{Fe}^{2+} / \text{KCl} / \text{Zn}^0/\text{Fe}^0$; | e) $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+} / \text{KCl} / \text{Zn}^0/\text{Zn}^{2+}$. |

6. Qaysi biologik tizimning elektr o'tkazuvchanligi eng kichik?

- | | | | |
|-----------|---------|----------|-----------|
| a) yurak; | b) qon; | d) teri; | e) jigar. |
|-----------|---------|----------|-----------|

7. Konsentratsion element qanday tuzilgan?

- a) 2 ta bir xil elektrodlardan;
- b) H_2SO_4 eritmasiga tushirilgan 2 ta bir xil elektrodan;
- d) o'z tuzining eritmasiga tushirilgan 2 ta bir xil elektrodan;
- e) o'z tuzining turli konsentratsiyali eritmasiga tushirilgan 2 ta bir xil elektrodan.

8. Diagnostik usullardan biri – elektrokardiografiya asosida qaysi kattaliklarning aniqlanishi yotadi:

- a) bosim;
- b) harorat;
- d) biopotensial;
- e) elektr o'tkazuvchanlik.

9. Ham kation, ham anion bo'yicha qaytar elektrodni ko'rsating:

- a) solishtirish elektrod;
- b) ion-selektiv elektrod;
- d) normal elektrod;
- e) indikator elektrod.

10. Kumush xlorli elektrodning elektrokimyoviy sxemasini ko'rsating:

- a) $Ag/AgCl;KCl$;
- b) $AgCl/AgNO_3;KCl$;
- d) $Hg/Hg_2Cl_2;KCl$;
- e) $Ag/AgNO_3;HNO_3$.

LABORATORIYA ISHI

Potensiometriya usuli bilan biologik suyuqliklarning pH ni aniqlash

Analiz pHmetrda bajariladi.

1- tajriba. Stakanni 2 marta analiz gilinayotgan siydik bilan chayiladi va ma'lum hajmda siydik solinadi. Unga elektrodlar tushirilib, siydikning taxminiy pH qiymati aniqlanadi. Buning uchun pHmetrning $pH=1-19$ tugmachasi bosiladi. Keyin pH ning aniq qiymatini bilish uchun kerakli diapazon tugmachasi bosiladi. Analiz tugagandan keyin asbob o'chiriladi, elektrod distillangan suvga solib qo'yiladi. Analiz natijalari asosida tashxis qo'yiladi.

2- tajriba Analiz uchun 3 ta stakanga me'da shirasi 288 solinadi va ularning pH qiymati yuqoridagi kabi aniqlanadi. Analiz qilingan me'da shirasining pH qiymati asosida tashxis qo'yiladi. HCl konsentratsiyasi normada, giperxloridriya yoki gipoxloridriya ekani haqida xulosa chiqariladi.

Ma'lumki, me'da shirasining kislotaliligi oshganda bemorga $NaHCO_3$ iste'mol qilish, kislotaliligi kamayganda esa askorbin kislota tavsiya qilinadi. Elektrodni stakandan olmay

turib, kislotaliligi kam me'da shirasi solingan stakanga askorbin kislota, kislotaliligi oshgan me'da shirasiga NaHCO_3 solib, siydik pH qiymatining normaga kelishi aniqlanadi.

3-tajriba: Stakandagi qon zardobiga qon qo'shib, uning pH qiymati yuqoridagi kabi aniqlanadi. Keyin HCl eritmasi qo'shiladi. pH ning qaysi qiymatida kimyoviy gemoliz hodisasi yuz beradi? Xulosa qilinadi. Xuddi shunday tajriba NaOH eritmasi bilan ham o'tkaziladi.

5.3. Kimyoviy termodinamika va termokimyo asoslari

Mashg'ulotning maqsadi. Neytrallanish reaksiyasining issiqlik effekti miqdorini termodinamika qonunlari asosida aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Tirik organizmlar termodinamikasi organizmlarda energiyaning aylanish (bir turdan ikkinchisiga o'tish) jarayonlarini o'rganadi. Bu energiya ish bajarish, tana haroratini saqlab turish, organizmda biokimyoviy reaksiyalarning borishi uchun zarur. Odam va hayvonlar hayoti uchun asosiy issiqlik manbai uglevoddir, yog' va oqsillar rezerv issiqlik rolini o'ynaydi. Ularning oksidlanishi natijasida ro'y bergan ekzotermik reaksiya tufayli hujayralarda hayot uchun zarur bo'lgan energiya ajralib chiqadi. Odam oziq-ovqat orgali uglevod, yog', oqsillar va boshqa ozuqa mahsulotlarini iste'mol qiladi. Organizmning energiya sarfi bilan ozuqa mahsulotlaridagi energiya jamg'armasi orasida bog'lanish mavjudligi biokimyoviy reaksiyalar energetikasini o'rganish ahamiyatini belgilaydi. Bu ozuqa mahsulotlaridan energiya hosil bo'lish mexanizmini tushunish uchun zarurdir.

Sog'lom va kasal (bemor) hujayralar energetikasi va ularning rivojlanishini kuzatib turish ba'zi kasalliklar, masalan, saraton kasalligining boshlang'ich diagnostikasini ishlab chiqishga imkon beradi. Oziq-ovqat mahsulotlarining energetik imkoniyatlarini aniqlash turli mehnat sharoitlaridagi kishilar uchun zarur ovqat ratsionlarini belgilash imkonini beradi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar.
2. Reaksiyaning issiqlik effekti.
3. Reaksiyaning termokimyoviy tenglamalari.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Organizmda energiya va modda almashinuvining o'zaro bog'liqligi.
2. Termodinamikaning asosiy tushunchalari:
 - 2.1. Sistema va uning turlari.
 - 2.2. Sistemaning parametri.

- 2.3. Sistemaning ichki energiyasi.
- 2.4. Izobarik, izotermik potensial.
3. Termodinamikaning birinchi qonuni.
4. Termokimyoviy hisoblar. Gess qonuni.
5. Kimyoviy birikmalar hosil bo'lish issiqligi.
6. Entalpiya
7. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
8. Termodinamika va tirik organizmda kechadigan jarayonlar.

Ma'lumotlar yig'indisi

Organizmda boradigan moddalar almashinish jarayoni muhim kimyoviy birikmalar strukturalarining buzilishi va natijada energiya ajralishi bilan kuzatiladi.

Odam organizmi taraqqiy etishining boshlang'ich darajasida (yoshlik, bolalik) har qanday tirik organizmdagidek assimilyatsiya jarayonining o'tishi intensivligi dissimilyatsiya jarayonidan ustunroqdir. Qarilik yaqinlashishi bilan dissimilyatsiya jarayonlari ustun bo'lib, organizmdagi potensial energiya zahirasi asta-sekin kamayib boradi.

Energiyaning almashinish va saqlanish qonuni ochilishi bilan energiyaning bir turdan ikkinchisiga o'tishini o'rganish alohida fanga aylandi, bu fan *termodinamika* deb ataladi.

Termodinamika – kimyoviy va fizik-kimyoviy hodisalarni o'rganishda termodinamika usullari va qonuniyatlarini qo'llaydigan fan. Uning eng asosiy masalalaridan biri individual moddalarning termodinamik konstantalarini eksperimental yo'l bilan aniqlashdir. Bular yordamida har qanday fizik-kimyoviy, biokimyoviy jarayonlarning amalga oshish imkoniyatlarini oldindan aytib berish, ularning o'tish chegaralarini aniqlash mumkin.

Tirik organizmda ketadigan katta kimyoviy energiyaga ega bo'lgan yuqori molekular moddalarning hosil bo'lishi, yig'ilishi (anabolizm) va parchalanishi hisobiga energiya ajralib chiqishi (katabolizm) jarayonlarida ro'y beradigan energiya o'zgarishini o'rganadigan fan – *bioenergetika* deyiladi.

Termodinamikaning asosiy tushunchalari

Termodinamikaning vazifasi turli sistemalarning xossalari va ularda bo'layotgan jarayonlarni, ya'ni ish, issiqlik va barcha turdagi energiyaning o'zaro aylanish miqdoriy qonuniyatlarini o'rganishdan iborat. Boshqacha qilib aytganda, termodinamika kimyoviy jarayonlarda bir turdagi energiyani boshqa turdagi energiyaga aylantirish yo'llarini, usullarini o'rganadigan fandir.

Mazkur bo'limda termodinamikada qo'llaniladigan boshlang'ich tushunchalar bilan tanishamiz.

Sistema deb, tashqi muhitdan amalda yoki fikran ajratib olingan va o'zaro ta'sir etib turadigan modda yoki moddalar guruhiga aytiladi. Masalan, idishdagi gaz, odam organizmi yoki organi, hujayra va hokazo.

Sistema atrofidagi moddalar tashqi muhitni tashkil qiladi.

Sistemalar 3 turga bo'linadi:

1. **Ochiq sistemalar** – bunda sistema va tashqi muhitning o'zaro modda va energiya bilan almashish imkoniyati bor. Bularga tirik organizm, hujayra, biror organ kiradi.

2. **Yopiq sistemalar** – bunda sistema va tashqi muhit o'zaro modda bilan almashmay, balki faqat energiya bilan almashishi mumkin. Masalan, muzlatgich, isituvchilar.

3. **Izolatsiyalangan sistemalar** – bunda sistema va tashqi muhit energiya bilan ham, modda bilan ham o'zaro almashmaydi. Bu o'zgarmas hajmga ega sistemadir.

Termodinamikada qo'llaniladigan tushunchaning yana biri fazadir.

Faza – geterogen sistemadagi, bir xil tarkibga va bir xil termodinamik hamda fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan, o'zaro aniq sirt chegarasi bilan ajralgan sistemaning tarkibiy qismlari yig'indisidir.

Gomogen sistema – bir fazali, **geterogen sistema** – ikki va undan ortiq fazali sistemadir, demak, geterogen sistemaning gomogen qismlari fazalardir.

Agar suvga solingan tuz to'liq erisa, 1 fazali, suv o'z bug'i bilan muvozanatda bo'lsa, 2 fazadan (suyuq va bug' holatdagi suv) iborat sistema bo'ladi. Bug' – suv – muz bo'lakchalari saqlagan sistema 3 fazali sistemadir. Quruq tuz – 1 fazali sistema.

Sistemaning holatlarini ifodalaydigan sonlar *parametrlar* deyiladi. Bularga bosim, hajm, harorat, energiya, modda miqdori va hokazolar kiradi. Masalan, sog'lom va kasal odamning holatini harorat, bosim, biologik suyuqliklarning kimyoviy tarkibi va hokazo parametrlar ifodalaydi.

Sistema holatining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi *termodinamik hodisa* deyiladi. Masalan, odamning kasalligi termodinamik hodisadir, chunki bu holatda odam organizmida harorat, bosim, biologik suyuqliklarning kimyoviy tarkibi (siydik, qon, me'da shirasi va hokazo), organizm vazni va boshqa parametrlar o'zgaradi.

O'zgarmas haroratda o'tadigan jarayon *izotermik jarayon* deyiladi. Bunday jarayon asosan termostatda boradi.

O'zgarmas bosimda boradigan jarayon *izobarik jarayon* deyiladi. Bularga atmosfera bosimida boradigan jarayonlar misol bo'ladi.

O'zgarmas hajmda o'tadigan jarayonlar *izoxorik jarayon* deyiladi. Bularga yopiq idishda o'tadigan jarayonlar kiradi.

Masalan, odam organizmidagi jarayonlar o'zgarmas harorat va bosim ostida o'tadi.

Ko'pincha sistemaning holati o'zgaruvchan parametrlar bilan ifodalanadi. O'zgaruvchan parametrlar – bu harorat, vazn, energiya va hokazo.

Bularning asosida sistemaning holati va undagi o'zgarishlarni tavsiflaydigan, boshqa o'zgaruvchan parametrlar yotadi.

Termodinamikada eng ko'p ishlatiladigan funksiyalar:

1. Ichki energiya – U .

2. Entalpiya – H .

3. Entropiya – S .

4. Izobarik izotermik potentsial – Y va boshqalar.

1. *Ichki energiya* U termodinamik sistemaning eng asosiy tavsifiy funksiyasidan biridir. Ichki energiya – molekula harakati, atom va atomlar guruhining tebranma harakat energiyasi, yadro energiyasi va boshqa turdagi energiyalarning yig'indisidir. Kinetik va potensial energiyalar ichki energiyaga kirmaydi. Bu tur energiyalarning jami (ichki, kinetik, potensial) sistemaning umumiy energiyasini tashkil qiladi.

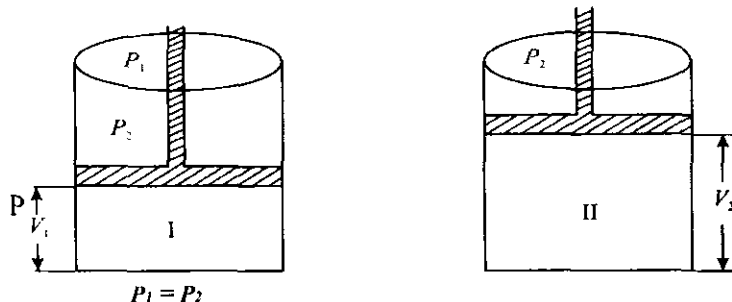
Ichki energiyaning absolut kattaligini o'lchab bo'lmaydi. Tajribada sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda, uning ichki energiyasi o'zgarishini kuzatish va o'lchash mumkin. Moddaning dastlabki holatidagi ichki energiya U_1 , oxirgi holatidagisi U_2 bo'lsa, ichki energiyaning o'zgarishi ΔU quyidagiga teng:

$$\Delta U = U_2 - U_1.$$

Ichki energiyaning o'zgarishi sistemaning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq bo'lib, sistema bir holatdan ikkinchi holatga qanday yo'l bilan o'tganiga bog'liq emas.

Termodinamikada muhim funksional tavsiflardan biri entalpiya yoki issiqlik saqlami tushunchasidir. Buni tushunish uchun quydagilarni ko'rib chiqamiz.

Masalan, izobarik, ya'ni $P = \text{const.}$, $P_1 = P_2$ jarayonda sirdan ta'sir etilgan issiqlik (Q) ta'sirida sistema 1- holatdan 2- holatga o'tadi (14- rasm).



14- rasm. Sistema ichki energiyasining o'zgarishi

Sistemaga ta'sir etilgan issiqlik ichki energiya o'zgarishi va sistema tashqi kuchlariga qarshi bajarilgan ishga (A) sarflanadi, ya'ni silindr isitiladi va porshen ko'tariladi:

$$Q = \Delta U + A; \quad (1)$$

bu erda, ΔU – ichki energiyaning o'zgarishi;

A – porshen ko'tarilishi uchun sarflangan ish;

Q – sistemaga ta'sir etilgan issiqlik miqdori.

Yuqorida ko'rsatilgan tenglama energiyaning saqlanish qonunini ifodalovchi, *termodinamika birinchi qonunining matematik ifodasidir*. U quyidagicha ta'riflanadi: *energiya yo'qolmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi, u faqat ekvivalent nisbatda bir*

turdan ikkinchi turga aylanadi. Bu qonunni XVIII asrda rus olimi M.V.Lomonosov kashf etgan.

Termodinamikaning 1- qonunidan quyidagi xulosalar chiqadi:

1. Issiqlik sarflanmasdan ish bajarib bo'lmaydi yoki ajratilgan sistemada barcha turdagi energiyalar yig'indisi o'zgarmas qiymatga ega.

2. Energiya sarflanmasdan abadiy ishlaydigan mashina qurib bo'lmaydi.

3. Energiya yo'qdan bor bo'lmaydi va bordan yo'q bo'lmaydi, u faqat bir turdan ikkinchi turga aylanadi.

Entalpiya ichki energiya bilan hajmning bosimga ko'paytmasi yig'indisiga teng:

$$H = \Delta U + p\Delta V. \quad (2)$$

Entalpiyaning absolut qiymatini aniqlab bo'lmaydi. Termodinamik hisoblashlarda sistema holatining o'zgarishi, ya'ni ΔH dan foydalaniladi.

$$\Delta H = H_2 - H_1.$$

Bu holda (2) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V; \quad (3)$$

ΔH – issiqlik saqlami deyiladi.

Entalpiyaning o'lchov birligi – kJ/mol.

Reaksiyalarning issiqlik effekti aniqlanganda entalpiya va ichki energiyaning absolut miqdori emas, balki sistemaning holat o'zgarishi, ya'ni ΔH va ΔU olinadi.

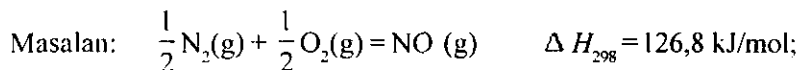
Ekzotermik reaksiyalarda issiqlik ajraladi, ya'ni sistemaning entalpiyasi va ichki energiyasi kamayadi. Shuning uchun bunday reaksiyalar uchun ΔH va ΔU manfiy sonlardir.

Endotermik reaksiyalarda issiqlik yutiladi, sistemaning entalpiyasi va ichki energiyasi oshadi, shuning uchun ΔH va ΔU musbat ishoraliidir.

Har xil jarayonlarning issiqlik effektini solishtirish imkoniyati bo'lishi uchun termokimyoviy hisoblar odatda, dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotining 1 molekulasiga va standart deb olingan sharoit (1 atm yoki 101,325 kPa bosim, 25°C yoki 298 K harorat)ga moslashtiriladi. Sistemaning standart issiqlik effekti quyidagicha ifodalanadi: $\Delta H^\circ = 298$.

Reaksiyaning issiqlik effekti ko'rsatilgan kimyoviy tenglamalar *termokimyoviy tenglamalar* deyiladi.

Termokimyoviy tenglamalarda reaksiyaga kirishgan boshlang'ich moddalar va reaksiya mahsulotlarining agregat holatlari ko'rsatiladi: gaz (g), suyuqlik (s), kristall (kr). qattiq modda (q), eritilgan (e) va hokazo.



Termokimyoviy hisoblar. Gess qonuni

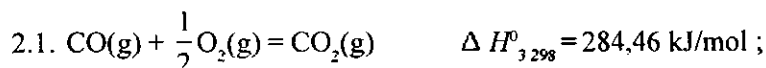
Gess qonunini Lavuazye-Laplas qonunining davomi sifatida talqin etish mumkin. *Lavuazye-Laplas qonuni* quyidagicha ta'riflanadi: *modda hosil bo'lishidagi ajraladigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu moddaning parchalanishidagi yutiladigan yoki ajraladigan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.*

Termokimyoviy hisoblar 1840- yilda G.I.Gess tomonidan kashf etilgan qonunga asoslangan.

Gess qonuni quyidagicha ta'riflanadi: *agar dastlabki moddalardan oxirgi moddalar turli yo'llar bilan olinishi mumkin bo'lsa, bu yo'llarda qanday oraliq reaksiyalar bo'lishidan qat'iy nazar, reaksiyaning umumiy issiqlik effekti har bir yo'l uchun bir xil qiymatga ega va oraliq reaksiyalar issiqlik effektlarining yig'indisiga teng.* Ya'ni kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti dastlabki va oxirgi moddalar holati va tarkibiga bog'liq bo'lib, reaksiya amalga oshirilgan usulga bog'liq emas.

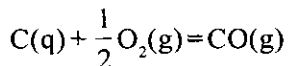
Gess qonunining ahamiyati shundan iboratki, bu qonunga asoslanib, oxirigacha bormaydigan yoki amalga oshirish mumkin bo'lmagan reaksiyaning issiqlik effektini topish mumkin.

Masalan, ko'mir va CO ni to'la yondirib, CO₂ olish reaksiyasining issiqlik effektini tajribada topish mumkin:



$$\Delta H_{1\ 298}^0 = \Delta H_{2\ 298}^0 + \Delta H_{3\ 298}^0 = 111,54 \text{ kJ/mol} + 284,46 \text{ kJ/mol} = 396,0 \text{ kJ/mol}.$$

Ammo ko'mirni yondirish yo'li bilan toza CO olib bo'lmaydi, bunda qisman CO₂ ham hosil bo'ladi. Demak, tajribada kalorimetr yordamida



reaksiyasining ΔH qiymatini topib bo'lmaydi, uni faqat Gess qonuni asosida aniqlash mumkin. Gess qonuni kimyoviy reaksiyalarni amalda bajarmasdan ham, uning issiqlik samarasini hisoblab chiqarishga imkon beradi.

Gess qonuni faqat o'zgarmas bosim yoki o'zgarmas hajmdagina o'z kuchini saqlab qoladi.

Kimyoviy birikmalarning hosil bo'lish issiqligi (entalpiyasi)

Oddiy moddalardan (elementlardan) birikma hosil bo'lishida chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori birikmalarning hosil bo'lish issiqligi deyiladi.

Birikmalarning hosil bo'lish standart issiqligi ΔH^0 bilan ifodalanadi. Standart sharoitda barqaror bo'lgan oddiy moddalarning hosil bo'lish issiqligi (grafit, rombik oltingugurt, suyuq brom, kristall yod, oq fosfor) nolga teng deb qabul qilinadi.

Hozir taxminan 4 mingga yaqin moddaning hosil bo'lish issiqligi aniqlangan. Bu esa turli-tuman reaksiyalarning issiqlik effektini hisoblash mumkinligini bildiradi. Bularni hisoblash Gess qonunidan kelib chiqadigan birinchi xulosaga asoslanadi: har qanday reaksiyaning issiqlik effekti reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi ayirmasiga teng.

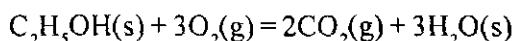
Gess qonunidan kelib chiqadigan ikkinchi xulosa: *organik moddalarning hosil bo'lish issiqlik effekti (standart entalpiyasi) shu modda olinishi mumkin bo'lgan oddiy moddalarning yonish issiqlik effektlari yig'indilari bilan aynan shu organik moddaning yonish issiqlik effektining ayirmasi qiymatiga teng.*

Bunda, oddiy modda deganda shu organik modda tarkibiga kiradigan elementlarning individual holati nazarda tutiladi.

Masalan, C_2H_5OH hosil bo'lishining standart entalpiyasi quyidagicha hisoblanadi:

suyuq C_2H_5OH ning yonish standart entalpiyasi $\Delta H^0_{\text{yonish}} = 1368,5 \text{ kJ/mol}$.

$C(\text{gr})$ va $O_2(\text{g})$ ning yonish standart entalpialari $\Delta H^0_{\text{yonish}}$ mos ravishda 393,78 va 286,02 kJ/molga tengligi aniq bo'lsa,



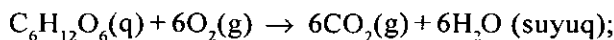
reaksiya bo'yicha spirt hosil bo'lish standart entalpiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\begin{aligned} \Delta H^0_{298} &= 2\Delta H^0_{298} C(g) + 3\Delta H^0_{298} H_2(g) - \Delta H^0_{298} C_2H_5OH(s)_{\text{yonish}} = \\ &= [(-2 \cdot 393,78) + (-3 \cdot 286,02)] - [(-1368,5)] = -277,12 \text{ kJ/mol ga teng.} \end{aligned}$$

Demak, C_2H_5OH ning hosil bo'lish standart entalpiyasi $-277,12 \text{ kJ/mol}$.

Organik moddalarning sintezi, ko'p hollarda, murakkab jarayondir. Organik moddalarning *yonish standart entalpiyasi* deb, dastlabki va so'nggi moddalar standart holatda bo'lganda 1 mol modda yongandagi entalpiyasi o'zgarishiga aytiladi.

Masalan, glukozaning oksidlanishi natijasida ajralib chiqadigan energiya miqdorini bevosita odam organizmida o'lchab bolmaydi, reaksiyasining issiqlik effekti esa quyidagicha aniqlanadi:



$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{sis}}^0 & [6\Delta H_{298}^0 (\text{CO}_2 \text{ h-l b-sh}) + 6\Delta H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O h-l b-sh})] - \\ & - [\Delta H_{298}^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ h-l b-sh}) + 6\Delta H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O h-l b-sh})] = \\ & = [6(-393,51 \text{ kJ/mol}) + 6(-285,84 \text{ kJ/mol})] - [(-1274,45 \text{ kJ/mol}) + \\ & + 6(0 \text{ kJ/mol})] = -2801,69 \text{ kJ/mol}; \end{aligned}$$

$$\Delta H_{298}^0 \text{CO}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = -393,51 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \text{ h-l b-sh} = -285,84 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{298}^0 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{kr}) \text{ h-l b-sh} = -1274,45 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{298}^0 \text{O}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = 0,00.$$

Demak, odam organizmidagi glukozaning oksidlanish jarayoni natijasida 2801.69 J/mol energiya ajraladi.

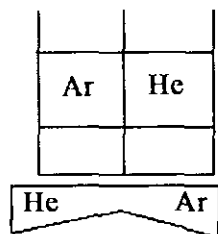
Tirik organizmlarda glukozaning CO_2 va H_2O gacha oksidlanishi bir qator oraliq fermentativ reaksiyalar orqali o'tadi. Har qaysisida aniq bir energiya ajralib chiqadi va organizmda asta-sekin sarflanadi. Ularning yig'indisi Gess qonuni bo'yicha -2801,69 kJ/mol ga teng. Bu reaksiya bosqichli o'tgani uchun, jarayonning har bir bosqichida ajralib chiqqan energiya hayot uchun sarflanadi.

Termokimyoviy hisoblar yordamida hayvon va o'simliklarda kechadigan reaksiyalarning issiqlik effektini hisoblab chiqish mumkin.

Biroq bu qonun jarayon (hodisa)ning o'tish-o'tmasligini yoki sistemadagi o'zgarishlar qaysi tomonga yo'nalishini ko'rsatmaydi. Buni aniqlash uchun yana bir kattalik kiritish kerak. Bunday kattalik - *entropiya*dir.

Entropiya. Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Termodinamikaning ikkinchi qonunidan foydalanib, biror jarayonni amalga oshirish uchun qanday sharoit lozimligini aniqlash mumkin. Shuning uchun ham bu qonun amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.



15- rasm. 2 ta gazdan iborat sistema

Bularni amalga oshirish uchun yangi termodinamik kattalik - entropiya bilan tanishamiz.

O'z-o'zicha o'tadigan jarayonlar - musbat jarayonlardir (o'ng).

O'z-o'zicha bormaydigan jarayonlar - manfiy jarayonlardir (chap).

2 ta gazdan iborat bo'lgan bir-biri bilan reaksiyaga kirishmaydigan sistemani (masalan, o'zaro to'siq bilan ajratilgan Ar va He gazlari) ko'rib chiqamiz (15- rasm).

To'siq olib tashlansa, gazlar aralashib, idish bo'ylab bir xil tarqaladi. Bu hodisa, albatta, o'z-o'zidan o'tadi. Sistema yuqori tartibli holatdan betartib holatga o'tadi.

Lekin teskari hodisa ro'y bermaydi, sistema o'z-o'zidan avvalgi holatga o'tolmaydi, gazlar o'z-o'zidan bir-biridan ajrala olmaydi.

Issqlik harorati yuqori bo'lgan jismdan harorati pastroq bo'lgan jismga o'z-o'zicha o'tadi va bu jarayon harorat tenglashguncha davom etadi. Biroq issqlik harorati past bo'lgan jismdan, harorati yuqori bo'lgan jismga o'z-o'zidan o'tmaydi (Klauzius). Demak, sistema bu yerda ham yuqori tartibidan betartib tomonga o'tadi, ya'ni sistema har doim o'z-o'zidan betartib tomonga o'tadi.

Sistemaning tartibini ifodalaydigan kattalik *entropiya* deb ataladi.

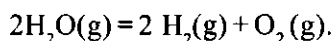
Har qanday harakat tartibning buzilishiga olib keladi va, natijada, entropiya ortadi. Suyuqlik qattiq jismga nisbatan betartibroq, demak kattaroq entropiyaga ega. Isitilganda suyuqlikning entropiyasi ortadi (ayniqsa gaz holatiga o'tganda).

Jismning betartiblik darajasi gaz holatida suyuq holatidagidan katta va qattiq holatidagidan yana ham katta:

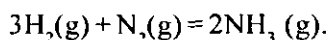
$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(q) = 39,33 \text{ J/mol} \cdot \text{K};$$

$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(s) = 69,96 \text{ J/mol} \cdot \text{K};$$

$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(g) = 188,74 \text{ J/mol} \cdot \text{K};$$



Zarrachalar soni ortishi bilan boradigan jarayonda entropiyaning o'zgarishi ortadi, $\Delta S > 0$ bo'ladi va aksincha, zarrachalarning soni kamayishi bilan boradigan jarayonda entropiyaning o'zgarishi kamayadi va $\Delta S < 0$.



Entropiyaning absolut qiymatini aniqlab bolmaydi. Uning o'zgarishi quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi.

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T} = \frac{Q}{T}.$$

Ya'ni entropiyaning o'zgarishi qaytar jarayondagi issqlik o'zgarishining shu jarayon o'tkaziladigan absolut harorati nisbatiga tengdir.

Entalpiyaning termodinamik ta'rifi *termodinamikaning ikkinchi qonuni* bo'lib, u quyidagi ta'rifga ega: *chegaralangan sistemada sistemaning entropiyasini oshiruvchi jarayonlarga o'z-o'zicha boradi va entropiya eng katta qiymatiga ega bo'lguncha davom etadi.*

Demak, jarayonda $\Delta S > 0$ bo'lsa, bu jarayon o'z-o'zicha boradi. Agar $\Delta S < 0$ bo'lsa, jarayon o'z-o'zicha bormaydi.

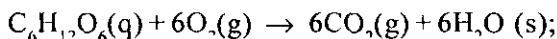
Moddalar entropiyasining birligi J/mol · K bilan ifodalanadi hamda aniq bir (standart) sharoitda -25°C ($298,15\text{ K}$) va 1 atm bosim (yoki 101,325 kPa) bilan belgilanadi.

Sistema entropiyasining o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta S_{298}^{\circ} \text{ sist.} = \sum \Delta S_{298}^{\circ}(\text{r-ya mahs. h-l b-sh}) - \sum \Delta S_{298}^{\circ}(\text{dast. m-da h-l b-sh}).$$

Bu sonning qiymatiga qarab, jarayon o'z-o'zicha o'tish-o'tmasligi aniqlanadi.

Glukozaning oksidlanish reaksiyasi entropiyasining o'zgarishini hisoblab chiqamiz:



$$\begin{aligned} \Delta S_{298}^{\circ} \text{ sist.} &= (6S_{298}^{\circ}\text{CO}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh}) + (6S_{298}^{\circ}\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \text{ h-l b-sh}) - \\ &- (S_{298}^{\circ}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{q}) \text{ h-l b-sh}) + 6S_{298}^{\circ}(\text{O}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh}) = \\ &= [6 \cdot 213,6 \text{ J/mol} \cdot \text{K} + 6(69,94 \text{ J/mol} \cdot \text{K})] - \\ &- [(212,13 \text{ J/mol} \cdot \text{K}) + 6(205,03 \text{ J/mol} \cdot \text{K})] = 259,32 \text{ J/mol} \cdot \text{K}. \end{aligned}$$

$$S_{298}^{\circ}\text{CO}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = 213,6 \text{ J/mol} \cdot \text{K};$$

$$S_{298}^{\circ}\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \text{ h-l b-sh} = 69,94 \text{ J/mol} \cdot \text{K};$$

$$S_{298}^{\circ}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{q}) \text{ h-l b-sh} = 212,13 \text{ J/mol} \cdot \text{K};$$

$$S_{298}^{\circ}\text{O}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = 205,03 \text{ J/mol} \cdot \text{K};$$

ya'ni $\Delta S > 0$, demak, bu jarayon o'z-o'zidan boradi.

Har qanday kimyoviy sistemaning barqarorligi entalpiik va entropik omillarga bog'liq. Birinchi omil sistemaning tartibini ifodalaydi va bu jarayon ichki energiya kamayishi bilan o'tganligi uchun, sistemaning barqarorligi ortadi. Ikkinchi omil sistemaning betartibligini ifodalaydi, chunki bu holatning termodinamika nuqtai nazaridan imkoniyati ko'proq. Shu xususiyatlarning yig'indisi yangi termodinamik funksiya – *Gibbs energiyasi* yoki *izobarik-izotermik potensial* deb ataladi. Izobarik-izotermik jarayonlar uchun Gibbs energiyasining o'zgarishi quyidagiga teng:

$$\Delta G_{298} = \Delta H_{298} - T\Delta S_{298}.$$

Bu tenglama termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydigan tenglamaning bir ko'rinishidir.

ΔH va ΔS lar kabi, kimyoviy reaksiya natijasida Gibbs energiyasining o'zgarishi reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish Gibbs energiyasi yig'indilaridan dastlabki moddalarning hosil bo'lish Gibbs energiyasi yig'indilarining ayirmasiga teng:

$$\Delta G^{\circ} \text{ sist.} = \sum \Delta G_{298}^{\circ}(\text{r-ya mahs. h-l b-sh}) - \sum \Delta G_{298}^{\circ}(\text{dast. m-da h-l b-sh}).$$

O'zgarmas harorat va bosimda kimyoviy reaksiyalar o'z-o'zicha o'tishi faqat $G < 0$ bo'lgan tomonga yo'naladi va $\Delta G > 0$ bo'lgan tomonga o'z-o'zicha o'tolmaydi.

$\Delta G=0$ kimyoviy muvozanat holatiga to'g'ri keladi. Shunga asoslanib, termodinamika-ning ikkinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: *har qanday sistema sistemaning Gibbs energiyasini minimal kattalikka olib kelishga intiladi.*

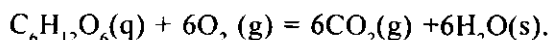
Quyidagi jadvalda har xil ΔH va ΔS qiymatlardagi jarayon o'z-o'zicha o'tish yoki o'tmaslik imkoniyatlari ko'rsatilgan.

Funksiyaning ishorasi			O'z-o'zicha o'tishga imkoniyati bor yoki yo'qligi
ΔH	ΔS	ΔG	
-	+	-	Har qanday sharoitda o'z-o'zicha boradi
+	-	+	Hech qanday sharoitda o'tmaydi
-	-	±	Deyarli past haroratda o'z-o'zidan boradi
+	+	±	Deyarli yuqori haroratda o'z-o'zidan boradi

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; $\Delta G < 0$ bo'lsa, bu jarayon o'z-o'zicha ketadi.

Ma'lumotnomada ko'pchilik moddalarning 298,15° K hosil bo'lish entropiyasi ΔS_{298}^0 , entalpiyasi o'zgarishi ΔH_{298}^0 keltirilgan. Ulardan foydalanib, turli termodinamik hisoblar o'tkazish mumkin.

Misol tariqasida yana glukozaning oksidlanish reaksiyasini ko'rish mumkin:



Jarayon entalpiyasining o'zgarishi:

$$\Delta H_{sist} = -2801,68 \text{ kJ/mol};$$

entropiyaning o'zgarishi:

$$\Delta S_{sist} = 259,32 \text{ J/mol} \cdot K.$$

Demak,

$$\begin{aligned} \Delta G &= \Delta H_{sist}^0 - T\Delta S_{sist}^0 = \\ &= -2801,69 \text{ kJ/mol} - (298,15 \text{ K}) \cdot [259,32 \text{ J/mol} \cdot K / 1000] = -2879,0 \text{ kJ/mol}. \end{aligned}$$

ΔG qiymatining manfiy ishorali katta son bo'lishi, glukozaning oksidlanish jarayoni o'z-o'zicha ketadigan jarayonligini ko'rsatadi. Biroq havoda glukozaga deyarli barqaror moddadir. Bu termodinamikaning kamchiligini ko'rsatadi, chunki u reaksiyaning yo'nalishi to'g'risidagi ma'lumotlarni olish imkoniyatini berib, uning tezligi to'g'risida hech qanday ma'lumot bermaydi.

Biokimyoviy reaksiyalarning energiyasini o'rganish har xil oziq moddalari energiyasining hayotiy energiyaga o'tish mexanizmlarini tushunish uchun va turli kasbdagi kishilar uchun hayotda kerakli oziq ratsionlarini tuzish imkoniyatini beradi.

Termodinamika va tirik organizmda kechadigan jarayonlar

Tirik organizm ochiq sistemalar safiga kirib, u tashqi muhit bilan energiya va turli moddalar almashinadi.

Biokimyoviy reaksiyalar energetikasini o'rganish, har xil moddalar energiyasining hayotiy energiyaga o'tish mexanizmlarini tushunish uchun zarur. Oziq moddalarining issiqlik hosil qilish xususiyatini aniqlash, turli sharoitdagi mehnat va hayot uchun kerakli oziq ratsionlarini tuzish imkoniyatini beradi.

Odam kasalligida termodinamik ko'rsatkichlarning o'zgarishi, birinchi navbatda, harorat o'zgarishi kuzatiladi. Demak, kasallik chog'ida sistemaning entropiyasi ortadi.

Embriogenez davrida, regeneratsiya jarayonlarida va xavfli to'qimalar o'sishida sistema entropiyasining oshib borishi aniqlangan.

Statsionar holatdagi sistemada entropiya eng kichik qiymatga – minimumga intiladi.

1. Prigojin ta'rifiga ko'ra, tirik organizmlar yuqori darajali tartibga ega bo'lgan past entropiyali, ya'ni termodinamik nuqtayi nazardan beqaror sistemalardir.

Entropiyaning eng yuqori qiymat – maksimumga intilishi organizmning parchalanishiga olib keladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Suvsiz tuzning erish jarayoni 2 bosqichda boradi: tuzning gidratlanishi (issiqlik ajralishi bilan boradi) va gidratning erishi. Suvsiz $MgCl_2$ tuzining gidratlanish issiqligini aniqlang.

Berilgan:

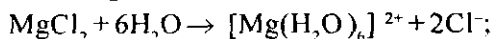
$$\Delta H_{erish}^0 (MgCl_2) = -150,5 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{erish}^0 (MgCl_2 \cdot 6H_2O) = -12,3 \text{ kJ/mol}.$$

$$\Delta H_{gidr}^0 = ?$$

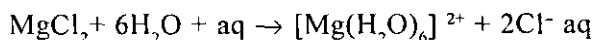
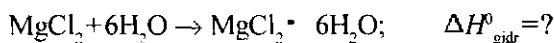
Yechish:

1. $MgCl_2$ ning gidratlanish tenglamasi tuziladi:



$$\Delta H_{erish}^0 (MgCl_2) = -150,5 \text{ kJ/mol}.$$

2. Bu jarayonni quyidagicha ko'rsatish mumkin:



$$\Delta H_{erish}^0 = -12,3 \text{ kJ/mol}.$$

3. Gess qonuniga asosan:

$$\Delta H^0_{\text{erish}}(\text{MgCl}_2) = \Delta H^0_{\text{gidr}} + \Delta H^0_{\text{erish}}(\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O});$$

shunday qilib,

$$\Delta H^0_{\text{gidr}} = \Delta H^0_{\text{erish}}(\text{MgCl}_2) - \Delta H^0_{\text{erish}}(\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}).$$

Bundan:

$$\Delta H^0_{\text{gidr}} = -150,5 \text{ kJ/mol} - (-12,3 \text{ kJ/mol}) = -138,2 \text{ kJ/mol}.$$

Javob: $\Delta H^0_{\text{gidr}} = -138,2 \text{ kJ/mol}.$

2- masala. Vodorod peroksidning hosil bo'lish issiqligini tajriba yo'li bilan aniqlab bo'lmaydi, chunki vodorodga kislorod ta'sir etganda, oddiy sharoitda suv hosil bo'ladi. Lekin vodorod peroksidning suv va kislorodga parchalanishini aniqlash mumkin. Vodorod peroksidning hosil bo'lish issiqligini aniqlang.

Berilgan:

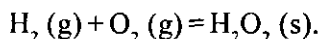
$$\Delta H^0_{\text{parch}}(\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = -98,2 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H^0_{\text{h-l bo'lish}}(\text{H}_2\text{O}) (\text{s}) = -286,0 \text{ kJ/mol}.$$

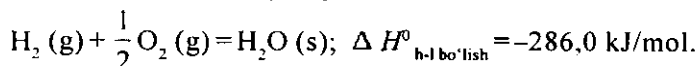
$$\Delta H^0_{\text{h-l bo'lish}}(\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = ?$$

Yechish:

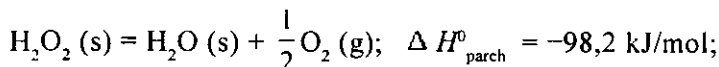
1. $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{s})$ ning hosil bo'lish reaksiyasi yoziladi:



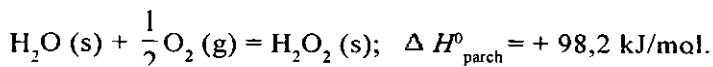
2. $\text{H}_2\text{O} (\text{s})$ ning hosil bo'lish reaksiyasi yoziladi:



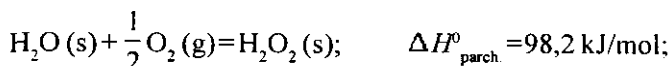
3. $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{s})$ ning parchalanish reaksiyasi yoziladi:

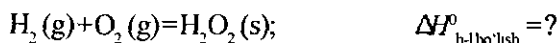


yo'ki



4. Ikkita qiymatni birlashtirib va Gess qonunidan foydalanib, vodorod peroksidning hosil bo'lish issiqligi aniqlanadi:





Shunday qilib,

$$\Delta H_{\text{parch}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = \Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}) (\text{s}) + \Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s});$$

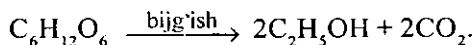
$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = \Delta H_{\text{parch}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) + \Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}) (\text{s});$$

$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = -98,2 \text{ kJ/mol} + (-286 \text{ kJ/mol}) = -187,8 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = -187,8 \text{ kJ/mol}.$$

Vaziyatli masalalar

1- masala. Glukozaning yonish issiqligi 2816 kJ/mol, etil spirtining yonish issiqligi 1236 kJ/mol, CO_2 (aq) ning hosil bo'lish issiqligi 412,9 kJ/mol. Shu qiymatlarga ko'ra, glukozaning bijg'ishidagi biokimyoviy jarayonning issiqlik effektini hisoblab chiqaring:



Javob: $\Delta H_{\text{reak}}^0 = -482 \text{ kJ/mol}.$

Test savollari

1. Endotermik reaksiyalar bu:

- a) issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar;
- b) issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar;
- d) issiqlik effektisiz boradigan reaksiyalar;
- e) bosim oshganda boradigan reaksiyalar.

2. Ammiak hosil bo'lishining termokimyoviy tenglamasini ko'rsating:

- a) $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) + 91,608 \text{ kJ};$
- b) $\frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g}) + 45,804 \text{ kJ};$
- d) $\frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g}) + 91,608 \text{ kJ};$
- e) $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) - 91,608 \text{ kJ}.$

3. Entropiyaning o'lchov birligini ko'rsating:

- a) kJ/mol; b) kPa; d) J/molK; e) kPa/mol.

4. Standart sharoitni ko'rsating:

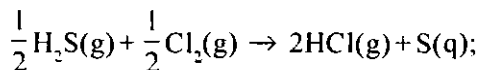
- a) $P = 101,325 \text{ kPa}$, $T = 298,15^\circ \text{ K}$; d) $P = 101,325 \text{ kPa}$, $T = 22^\circ \text{ C}$;
 b) $P = 1 \text{ atm}$, $T = 293^\circ \text{ K}$; e) $P = 101,325 \text{ kPa}$, $T = 295^\circ \text{ K}$.

5. Entalpiyaning o'lchov birligini ko'rsating:

- a) kJ/mol; b) kPa; d) J/mol · K; e) kPa/mol.

6. Sistemaning muvozanat holatini ko'rsating:

- a) $\Delta H > T\Delta S$; b) $\Delta H < T\Delta S$; d) $\Delta H = T\Delta S$; e) $\Delta G = \Delta H$.

7. Quyidagi reaksiya uchun Gibbs energiyasini aniqlang:

$$\Delta G_{\text{HCl}(\text{g})} = -95,36 \text{ kJ/mol}; \quad \Delta G_{\text{H}_2\text{S}(\text{g})} = -33,83 \text{ kJ/mol}.$$

- a) -1571 kJ/mol ; d) $-129,2 \text{ kJ/mol}$;
 b) $-157,1 \text{ kJ/mol}$; e) $-61,53 \text{ kJ/mol}$.

8. Ekzotermik reaksiya bu:

- a) issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar;
 b) issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar;
 d) issiqlik effektisiz boradigan reaksiyalar;
 e) bosim oshganda boradigan reaksiyalar.

9. Qachon jarayon o'z-o'zidan boradi:

- a) $0 = \Delta G = \Delta H - T\Delta S$; d) $0 > \Delta G = \Delta H - T\Delta S$;
 b) $0 < \Delta G = \Delta H - T\Delta S$; e) fermentlar ishtirokida.

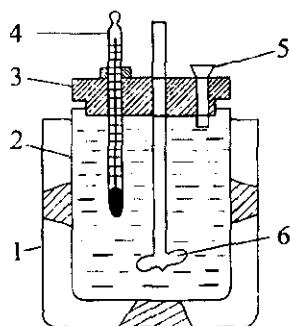
10. Qaysi moddaning hosil bo'lish entalpiyasi nolga teng?

- a) H_2O_2 ; b) H_2SO_4 ; d) O_2 ; e) CaSO_4 .

LABORATORIYA ISHI

**Kuchli kislota bilan kuchli asosning issiqlik effektini
 neytrallash reaksiyasi orqali aniqlash**

Ishni bajarish uchun kalorimetrik moslama ishlatiladi. U kalorimetrik stakan (16- rasm) hamda ichki (2) va tashqi (1) idishdan tashkil topgan. Issiqlik yo'qotilishining oldini olish



16- rasm. Kalorimetrik moslama

uchun kalorimetrik idish va tashqi stakan devorlari bir-biriga tegmasligi zarur. Buning uchun ularning orasiga po'kak pona qo'yiladi. Kalorimetrik stakan termometr (4), aralashtirgich (6) va stakanga modda kiritishga mo'ljallangan voronka (5) uchun teshikli qopqoq (3) ga ega.

Ishning borishi. Kalorimetrning ichki (quruq) stakaniga (byuretk bilan) 50,00 ml molyar konsentratsiyasi 1,0000 mol/l KOH eritmasi quyiladi. Uning temperaturasi 0,1°C gacha aniqlikda o'lchab olinadi. Shu aniqlik bilan kislota eritmasi harorati o'lchanadi. So'ngra byuretkani molyar konsentratsiyasi 1,0000 mol/l HCl eritmasi bilan to'ldirib, voronka ustiga mahkamlanadi.

Aralashtirgichni ishlatib turgan holda ishqorli kalorimetrik stakanga 50,00 ml kislota eritmasi quyiladi. Eritmalar qo'shilgandan so'ng, termometr ko'rsatgan maksimal (eng yuqori) harorat belgilanadi. Tajriba natijalari jadvalda ko'rsatiladi.

$V(\text{KOH}),$ ml	$V(\text{HCl}),$ ml	$t_{\text{boshi}} \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_{\text{oxiri}} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\Delta t \text{ } ^\circ\text{C}$	$q, \text{ kJ}$	$H,$ kJ/mol	Xato, %
50,00	50,00						

Olingan natijalarga ko'ra hisoblash olib boriladi:

$t_{\text{oxiri}} \text{ } ^\circ\text{C}$ va $t_{\text{boshi}} \text{ } ^\circ\text{C}$ farqiga ko'ra $\Delta t \text{ } ^\circ\text{C}$ ni topiladi:

$$\Delta t = t_{\text{oxiri}} - t_{\text{boshi}}$$

Kalorimetrdagi ajralib chiqqan issiqlik miqdori quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$q = \Delta t \cdot \Delta C. \quad (1)$$

ΔC – sistemaning issiqlik sig'imi, kalorimetrik idish, kalorimetrik suyuqlik va modda issiqlik sig'imlarining yig'indisi.

$$\Delta C = C_1 m_1 + C_2 m_2;$$

bu yerda, C_1 va m_1 – reaksiya boradigan idishning massasi va solishtirma issiqlik sig'imi;

C_2 va m_2 – kalorimetrdagi suyuqlik uchun yuqoridagi qiymatlar (erigan modda va suvning massalari yig'indisi).

Shisha kalorimetrdan foydalanilganda issiqlik o'tkazuvchanlik juda oz bo'lgani uchun shisha kalorimetrik idishning issiqlik sig'imini hisobga olmasa ham bo'ladi, ya'ni C_1 va m_1

eritmalarning solishtirma issiqlik o'tkazuvchanligi va zichligini H_2O qiymatlariga teng deb qabul qilish mumkin:

$$c(H_2O) = 1 \text{ g/ml};$$

$$C(H_2O) = 4,184 \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}.$$

Bu esa C_2 dir.

U holda (1) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$q = \Delta t \cdot C_2 \cdot m_2;$$

m_2 - kalorimetrdagi m_{k-ta} va m_{ishqor} yig'indisi.

$$m = c \cdot V;$$

$$m_{k-ta} = 50 \text{ ml} \cdot 1 \text{ g/ml} = 50 \text{ g};$$

$$m_{ishqor} = 50 \text{ ml} \cdot 1 \text{ g/ml} = 50 \text{ g};$$

$$m_2 = 50 \text{ g} + 50 \text{ g} = 100 \text{ g yoki } 0,1 \text{ kg}.$$

Shunday qilib,

$$q = \Delta t \cdot C_2 \cdot m_2 = \Delta t \cdot 4,184 \cdot m_2;$$

$$q = \Delta t \cdot 0,1 \cdot 4,184 \frac{\text{grad} \cdot \text{kg} \cdot \text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{grad}}.$$

Issiqlik effekti 1 mol modda hisobida olib boriladi:

$$Q = \frac{q}{n} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.$$

Tajriba uchun KOH va HCl ning 50,00 ml 1,0000 molyar eritmaları olingan. Shu eritmalaridagi mollar soni hisoblanadi.

$$n = cV;$$

$$n = 1,0000 \cdot 0,05 \frac{\text{mol} \cdot l}{l} = 0,05 \text{ mol}.$$

$$\text{Shunday qilib, } Q = \frac{q}{0,05} = \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.$$

Neytrallanish reaksiyasining issiqlik effekti – neytrallanish reaksiyasining standart entalpiyasidir (teskari ishora bilan olingan), ya'ni:

$$\Delta H_{298}^0 = - \frac{q}{0,05 \text{ mol}}.$$

Tajribada aniqlangan ΔH_{298}^0 qiymatlar ularning nazariy qiymatlari bilan solishtiriladi, tajribadagi xato %i hisoblanadi.

$$\text{Xato, \%} = \frac{(\Delta H_{\text{nazariy}}^0 - \Delta H_{\text{amaliy}}^0)}{\Delta H_{\text{nazariy}}^0} \cdot 100\%$$

5.4. Dispers sistemalar. Kolloid eritmalarning turg'unligi va ularni olish usullari

Mashg'ulotning maqsadi. Kolloid eritmalarning hosil bo'lishi va ularning xossalari bilan tanishish. Kolloid eritmalarni va biologik muhim eritmalarni tozalash usullarini o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Qon, limfa, orqa miya suyuqligi, hujayra protoplazmasi va boshqa biologik suyuqliklar kolloid eritmalaridir. Ular kolloid holatdagi ko'pgina moddalarni o'z ichiga oladi, masalan, fosfatlar, yog'lar, lipidlar va boshqalar. Biosuyuqliklarni tekshirib xossalarini o'rganishda bu birikmalarni ham hisobga olish zarur. Bundan tashqari, kolloid eritmalar ko'rinishidagi dorivor preparatlar ham mavjud, masalan: protargol, kollargol. Ko'pgina oziq-ovqat mahsulotlari, yuvuvchi vositalari ham kolloid eritmalaridir. Ko'rinib turibdiki, kolloid eritmalarning olinishi va ularning xossalarini to'liq va chuqur o'rganish zarurdir.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Eritmalar. Gomogen va geterogen eritmalar.
2. Eritmalarning sinflanishi.
3. Molekular va ionli tenglamalar tuzish.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Dispers sistemalarning sinflanishi.
2. Kolloid eritmalarni olish usullari.
3. Kolloid eritmalarni tozalash usullari.
4. Kolloid zarracha – mitsellaning tuzilishi.
5. Laboratoriya ishi.

Ma'lumotlar yig'indisi

O'z tarkibida muallaq holatdagi mayda zarrachalari saqlagan sistemalar *dispers sistemalar* deyiladi. Undagi mayda zarrachalar *dispers faza* deyiladi, shu zarrachalar tarqalgan muhit esa *dispers muhit* deyiladi. Dispers faza zarrachalarining o'lchamlariga qarab, dispers sistemalar 3 ga bo'linadi:

1) *dag'al dispers sistemalar* – zarrachalarning o'lchamlari 0,1 mk va undan katta ($10^{-4} - 10^{-7}$ m) bo'ladi (suspensiyalar, emulsiyalar, kukunlar va h.k.).

2) *kolloid sistemalar* (zollar) – zarrachalarining o'lchamlari 0,1 mk dan 1mmk ($10^{-7} - 10^{-9}$ m) gacha bo'ladi.

3) *ion yoki molekular dispers sistemalar* – zarrachalarning o'lchamlari 1 mmk dan kichik (10^{-9} m gacha) bo'ladi.

Tibbiyotda kolloid eritmalar katta ahamiyatga ega. Qon, plazma, limfa, orqa miya suyuqligi va shu kabi biologik suyuqliklar kolloid sistemaga misol bo'la oladi. Ularda oqsil, xolesterin, glikogen va boshqa moddalar kolloid holda mavjud bo'ladi.

Dispers sistema muhitlarining agregat holatiga ko'ra, zollar quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) *liozollar* – dispers muhiti suyuq agregat holatida bo'lgan zollar.
- 2) *aerозollar* – dispers muhiti gaz agregat holatida bo'lgan zollar.
- 3) *dispers muhiti qattiq agregat* holatida bo'lgan zollar.

Kolloid eritmalarining muhim xossalaridan biri dispers faza bilan dispers muhitning o'zaro ta'siridir. Shunga ko'ra, ular liofil va liofob zollarga bo'linadi. Dispers faza bilan muhit orasida kuchli ta'sirlashuv bo'lsa, *liofil*, kuchsiz ta'sirlashuv bo'lsa, *liofob sistemalar* deyiladi.

Liofil kolloid eritmalar o'z-o'zidan hosil bo'ladi, chunki ularning tarkibida qutblangan va qutblanmagan guruhlar mavjud bo'lib, erish jarayonida ular gidratlanadi (solvatlanadi). Bunday eritmalar qo'sil, jelatin, pepsin va boshqa yuqori molekular eritmalar kiradi.

Liofob kolloidlar hosil bo'lishida uchinchi modda – elektrolit ishtirok etadi, u *stabilizator* deyiladi. Stabilizator ionlaridan biri, Panet-Fayans qoidasiga ko'ra, suvda erimaydigan cho'kmaning ustiga adsorbirlanadi va unga ma'lum zaryad va barqarorlik beradi.

Kolloid eritmalar chin eritmalaridan geterogenligi bilan farqlanadi. Haqiqatan ham, kolloid zarracha o'lchamlari chin eritmada erigan modda zarrachalaridan ancha katta bo'lib, erituvchi bilan sirt chegarasi hosil qiladi.

Sirt chegarasi fazalarini ajratuvchi chegara qavat *ajralish sathi* deyiladi. Kolloid sistemalar mikroheterogen bo'lib, quyidagi sharoitlarda hosil bo'ladi:

a) dispergirlanayotgan modda zarrachalarini, kolloid zarracha o'lchamiga keltirish orqali;

b) kolloid zarrachalarni muallaq holatda saqlash uchun stabilizator (elektrolit ionlari) qo'shiladi. Elektrolit ionlari fazalar chegarasida ion qavat va gidratlangan qobiq hosil qiladi;

d) dispers muhit qiyin eruvchi bo'lishi (kamida gidrofob zollar hosil qila olishi) kerak.

Shunday qilib, kolloid zarracha elektr zaryadga va gidrat qobiqqa ega bo'ladi, bu esa uning cho'kmaga tushishiga to'sqinlik qiladi.

Kolloid eritmalar olish usullari

Kolloid eritmalar dag'al dispers va molekular dispers sistemalar o'rtasidagi holatda bo'lgani uchun ularni olishning 2 asosiy usulini ko'rsatish mumkin.

1. *Maydalash* – dispergirlash, nisbatan katta zarrachalarni kolloid zarracha o'lchamlariga keltirish.

2. *Yiriklashtirish* – molekula va ionlarni birlashtirib, kolloid zarracha o'lchamlariga yetkazish yoki agregatlar hosil qilish.

Dispergirlash usuli

Mexanik usullar. Moddalarni maydalashda zarbaga va ishqalashga asoslangan qurilmalardan foydalaniladi. Bunday qurilmalarga sharli yoki kolloid tegirmonlar kiradi. Sharli tegirmon kavak silindrsimon qurilma bo'lib, uning ichiga o'ta qattiq materialdan tayyorlangan sharchalar solinadi. Tegirmonga maydalanishi kerak bo'lgan modda solinadi, silindr maxsus mexanizmlar (reduktor, dvigatel) yordamida yopiladi. Tegirmonning tez aylanishi natijasida modda sharchalarning zarbasi va ishqalanishi natijasida maydalanadi. Bunday ishlovda disperslik darajasi nisbatan past – zarracha diametrlari 50–60 mk bo'ladi.

Ultratovush usuli. Bu usulda dispergirlash uchun ultratovushlardan foydalaniladi. Bunda parchalovchi kuchlar hosil bo'lib, moddaning maydalanishiga olib keladi. Ultratovush usuli yordamida grafit, oltingugurt, kraxmal, jelatin, ba'zi metallar (mis, qo'rg'oshin, rux) ni dispergirlash mumkin.

Peptizatsiya usuli. *Peptizatsiya* – moddalarni peptizatorlar yordamida geldan zolga o'tkazish jarayonidir. Peptizatsiya usuli bilan yangi hosil bo'lgan cho'kmalar zollar ko'rinishiga o'tkaziladi (yangi hosil bo'lgan metall gidroksidlari, masalan $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ va h.k.). Ba'zan peptizatsiya usuli koagulyatsiya chaqiruvchi ionlarni eritmadan chiqarib tashlash yo'li bilan olib boriladi. Bu ionlar eritmada qolsa, zarrachalarning yiriklashib ketishi yoki peptizatorning adsorbsiyasiga sabab bo'lib, qo'sh elektr qavat bilan kolloid zarrachalarda solvat qavat hosil bo'lishiga olib keladi. Peptizator vazifasini asosan elektrolitlar bajaradi, ular dezagregatsiyani boshqaradi.

Eritish usuli yoki o'z-o'zidan dispergirlanish usuli. Bu usulda qattiq polimerlardan (mos kelgan erituvchilar yordamida) yuqori molekular moddalar dispergirlanadi.

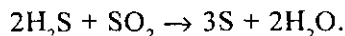
Qattiq moddaning suyuq muhitda o'z-o'zidan dispergirlanish usulidan foydalanilganda, 2 fazali mustahkam kolloid sistema hosil bo'ladi.

O'z-o'zidan dispergirlanish tashqi mexanik ta'sirlarsiz amalga oshuvchi jarayondir.

Kondensatsion usul

Kolloid eritmalarini kondensatsion usul bilan olish negizida turli kimyoviy reaksiyalar yotadi: oksidlanish, qaytarilish, almashinish, parchalanish, gidroliz va h.k.

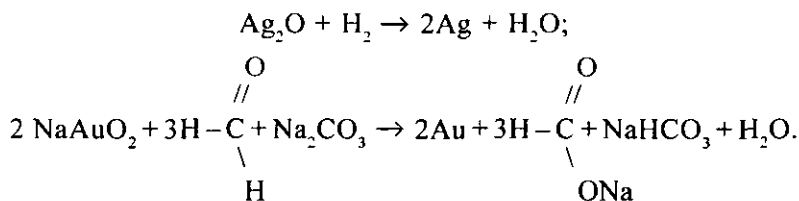
Oksidlanish usuli. *Oksidlanish* – bu atom, molekula yoki ionlarning elektron yo'qotishidir. Oksidlanish reaksiyasi natijasida kolloid eritmalar hosil bo'ladi:



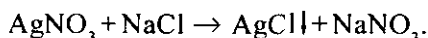
Hosil bo'lgan neytral oltingugurt atomlari o'z-o'zidan oltingugurtning kolloid zarrachalariga kondensatlanadi.

Qaytarilish usuli. *Qaytarilish* – bu atom, molekula yoki ionlarning elektron qabul qilishidir. Bunda ular atomlarga aylanib, kolloid zarrachalarga kondensatlanadi.

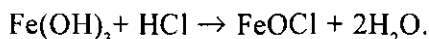
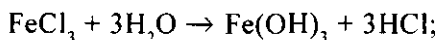
Qaytaruvchilar sifatida kuchsiz qaytaruvchilar (formalin, gaz holdagi vodorod va h.k.) qo'llaniladi:



Almashinish usuli. Bu usul 2 moddaning o'zaro ta'sirlashib, qiyin eriydigan moddalar hosil qilish reaksiyalariga asoslanadi. Bu moddalar ma'lum qulay sharoitlarda o'zining yuqori dispersligini saqlab qoladi. Bunga kumush xlorid zolining hosil bo'lish reaksiyasini misol qilish mumkin:



Gidroliz usuli. Bu usul tuzlardan zollar hosil bo'lishiga asoslanadi. Masalan:



$\text{FeOCl} \rightleftharpoons \text{FeO}^+ + \text{Cl}^-$ ionlariga dissotsiatsiyalanadi va $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zarrachalari atrofida bu ionli qavatni ta'minlaydi. Bunda zarrachalar muallaq holatda bo'lib, zollar hosil qiladi.

Erituvchini almashtirish usuli. Bu usul erituvchini almashtirish yo'li bilan eritmadan erigan moddani yuqori dispers erimaydigan faza ko'rinishida ajratib olishga asoslangan. Erigan moddaning molekullari qiyin eriydigan sharoitga tushib qolganda, yirik kolloid zarrachalarga kondensatsiyalanadi.

Elektr usuli. Bredig tomonidan (1898) taklif qilingan bu usuldan nodir metallarning gidrozollarini olishda foydalaniladi. Mazkur usul nodir metallarning (kumush, platina, oltin) dispersirlangan elektrodlari orasida elektr hosil bo'lishiga asoslanadi. Yuqori harorat ta'sirida elektrodlarning materiali dispers suv muhitida bug'lanadi. Metall bug'lari kolloid zarrachalar holida kondensatlanib, tegishli zolni hosil qiladi. Bu jarayon sovutish davomida boradi.

Kolloid eritmalarini tozalash usullari

Yuqori darajada barqaror kolloid eritmalar olish uchun ularni turli qo'shimchalardan, ayniqsa, kolloid eritmalarini olishda hosil bo'ladigan ortiqcha elektrolitlardan tozalash zarur.

Bu qo'shimchalarni yo'qotishda quyidagi usullardan foydalaniladi:

1. **Dializ** – zollarni ortiqcha elektrolitlardan tozalash. Buning uchun dializator qo'llaniladi. Kolloid eritma devori yarim o'tkazgich tabiatiga ega bo'lgan moslamaga joylashtiriladi (membrana vazifasini hayvon, o'simlik yoki sun'iy to'qimalar o'tashi mumkin). Bu moslama distillangan suv oqib turadigan idishga joylashtiriladi. Natijada,

kolloid eritmadagi o'lchami kichik bo'lgan zarrachalar (elektrolit ionlari, quyi molekular moddalar) yarim o'tkazgichli membrana devoridan o'ta boshlaydi va kolloid eritma tozalanadi. Bu usul ko'p vaqt talab etadi, shuning uchun jarayonni tezlatuvchi elektrodializ usulidan foydalaniladi.

2. Elektrodializ – eritmadan doimiy tok o'tkazilganda undagi ionlar mos elektrodلarga tortilib, suv bilan yuvilib ketishi natijasida kolloid eritma tozalanadi.

3. Ultrafiltratsiya – kolloid eritmani tozalashning maxsus usulidir. Bu usul dispers fazani dispers muhitdan ajratishga asoslangan. Buning uchun kolloid eritma kolloid zarrachalar yoki makromolekulalarni o'tkazmaydigan membrana orqali o'tkaziladi. Dispers faza filtrda qoladi. Filtr sifatida sellofan yoki kollodiy shimdirilgan filtr qog'oz ishlatiladi.

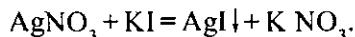
Ultrafiltratsiya, odatda, sekin o'tadi. Uni tezlashtirish maqsadida jarayon ko'pincha bosim ostida olib boriladi, buning uchun filtr ostidagi idishdan havo tortib olinadi.

4. Kompensatsion dializ va vividializ – bu usulda dializatoridagi suyuqlik toza erituvchi bilan emas, balki tozalanayotgan eritmaning turli xil konsentratsiyali eritmasi bilan yuviladi. Mazkur usul biologik eritmalarini tekshirishda qo'llanilib, kolloid eritmadagi u yoki bu kichik molekular moddalarning konsentratsiyasini aniqlash imkonini beradi. *Vividializ* usuli bilan qonning kichik molekular tarkibiy qismlari tirik holatida tozalanadi (Abel vividiffuziyasi). Bunda qon tomirining kesilgan uchlari orasiga shisha kanyonalar qo'yiladi va ularning tarmoqlangan qismlari bir-biri bilan kollodiydan yasalgan naychalar bilan tutashtiriladi. Butun sistema osh tuzining fiziologik eritmasi (0,86% massa jihatdan) bilan to'ldirilgan idishga tushiriladi.

Kompensatsion vividializ prinsipida «sun'iy buyrak» qurilmasi tuzilgan. Bu qurilmadan qonni modda almashtiruvchi mahsulotlardan xalos qilish maqsadida va kasal buyrak o'rniga vaqtincha foydalanish mumkin. O'tkir buyrak xastaliklarida, terining ko'p qismi qattiq kuyganda, qon quyilgandan keyingi uremiyada, homiladorlik toksikozida ko'p hollarda «sun'iy buyrak» qurilmasi qo'llanadi.

Kolloid eritma zarrachalari mitsellasining tuzilishi

Kolloid birikmalar mitsellasining tuzilishini AgI kolloid zarrachasi tuzilishi misolida ko'rib chiqish mumkin. AgI kolloid zarrachasining hosil bo'lish reaksiyasi quyidagicha boradi:



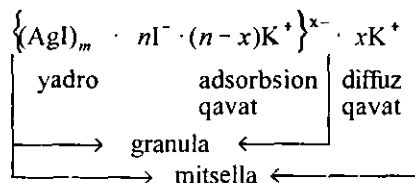
Qiyin eriydigan AgI birikmasida Ag^+ va I^- ionlari birlashadi va kristal panjara AgI hosil qiladi. Yangi hosil bo'lgan AgI zarrachalari avval amorf holatda bo'ladi, keyin asta-sekin kristallashadi. Agar boshlang'ich moddalar (AgNO_3 va KI) reaksiya uchun ekvivalent miqdorda olingan bo'lsa, kristallar o'sib, o'lchamlari kolloid zarrachadan oshib ketadi va cho'kmaga tushadi. Agar boshlang'ich moddalardan biri ortiqcha olingan bo'lsa, AgI zarrachasining o'lchami kolloid zarracha o'lchamlariga mos keladi. Ortiqcha miqdorda olingan reagent stabilizator vazifasini bajaradi. Masalan, KI ortiqcha olinganda eritmada K^+

va I^- ionlari konsentratsiyasi ortadi. Panet-Fayans qoidasiga ko'ra, kristall panjaraning qurilishi faqat shu panjarani tashkil etgan ionlar hisobiga borishi mumkin. Yuqoridagi holatda bu jarayon I^- ionlari hisobiga bo'ladi. Shuning uchun I^- ionlari yadroning kristall panjara qurilishini davom ettiradi va unga o'z zaryadini beradi. Shu sababli I^- ionlari *potensial belgilovchi* ion yoki *elektrotermodinamik potensial* (e-potensial) deb ataladi. Zaryadi nisbatan katta bo'lgan zarrachalar eritmadagi qarama-qarshi zaryadli K^+ ionlarini tortadi. Qarama-qarshi ionlarning adsorbsiyasi boshlanadi. Bunda adsorbsiyalangan ionlar bilan eritmadagi erkin ionlar o'rtasida dinamik muvozanat qaror topadi. Yadroga adsorbsiyalangan qarama-qarshi ionlar potensial belgilovchi ionlar bilan birga *adsorbsion qavatni* tashkil etadi. Yadro va adsorbsion qavat *granulani* tashkil qiladi. Granula e-potensial bilan bir xil zaryadga ega, lekin kattalik jihatdan unga nisbatan kichikroq bo'lib, adsorbsion qavatdagi qarama-qarshi ionlar soniga bog'liq. Agar 90% qarama-qarshi ionlar adsorbsiyalangan bo'lsa, granulaning potentsiali e-potensialning 10%ini tashkil etadi. Granulaning potentsiali *kinetik potensial* yoki *dzeta potensial* (o-potensial) deb nomlanadi, chunki uni granula yaqinida elektr tortishish kuchlari ta'sirida zarrachalarining harakatidan o'lchash mumkin. Qarama-qarshi ionlarning qolgani elektrostatik tortilish kuchlari ta'sirida granula atrofida bo'ladi va *diffuzion qavatni* hosil qiladi. Diffuzion qavatning qalinligi turlicha bo'lib, u eritmaning ion kuchiga bog'liq bo'ladi, ya'ni ion kuchi qancha katta bo'lsa, diffuzion qavatning qalinligi shuncha kichik bo'ladi. Diffuzion qavatning qiymat kattaligi adsorbsion va diffuzion qavatlardagi ionlar miqdoriga bog'liq bo'ladi: adsorbsion qavatdagi ionlar qancha ko'p va diffuzion qavatdagilar qanchalik oz bo'lsa, o-potensial shunchalik kichik bo'ladi. Bu kattalik kolloid zarrachaning barqarorlik mezoni hisoblanadi. Granula diffuzion qavat bilan birga *mitsellani* hosil qiladi.

Diffuzion qavatdagi ionlar konsentratsiyasi zarracha chegarasiga yaqinlashgan sari kamayib boradi va potensial ham kamayadi, chegaraga yetganda esa u nolga teng bo'ladi.

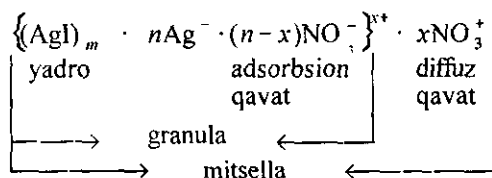
Shunday qilib, mitsella doim elektroneytral holdadir. Agar adsorbsion qavatga ko'p miqdorda qarama-qarshi ionlar joylashtirilsa (masalan 95%), bunda granula sathidagi o-potensial 5%gacha kamayadi. Potensial belgilovchi ionlar miqdoriga bog'liq bo'lgan e-potensial qiymati o'zgarmaydi.

KI ortiqcha miqdorda olinganda, Agl mitsellasining sxematik ko'rinishi qu'yidagicha boladi:

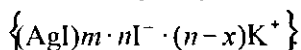


Kolloid eritmalarining barqarorligi stabilizatorlar (elektrolit) va granula zaryadi kattaligiga (o-potensialga) bog'liq. Bu potensial qancha katta bo'lsa, zarrachalar bir-biridan shuncha katta kuch bilan itariladi.

AgNO_3 ortiqcha olingan holdagi AgI mitsellasining tuzilishini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



Agar barcha K^+ ionlari diffuzion qavatdan adsorbsion qavatga ko'chib qolsa, o-potensial nolgacha kamayadi va granula elektroneytral yoki noelektrolit bo'lib qoladi:



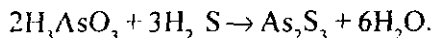
Kolloid eritmalar dispers fazalarining umumiy sirt yuzasi katta bo'lganligi sababli ularning sirt yuza energiyasi yuqori bo'ladi. Shunga ko'ra, ular o'z energiya qiymatini kamaytirishga intiladi. Natijada, dispers fazalar o'zaro qo'shilib yiriklashadi. Bu jarayon *koagulyatsiya* deyiladi. Buning oqibatida sistema termodinamik jihatdan barqaror holatga o'tadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. As_2S_3 mitsellasi qanday hosil bo'ladi?

Yechish:

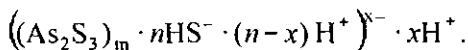
Mazkur mitsella arsenat kislotasidan H_3AsO_3 tok o'tkazish orqali hosil qilinadi:



Stabilizator vazifasini H_2S bajaradi:



Natijada mitsella hosil bo'ladi:

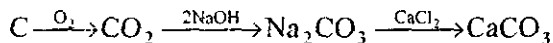


H_2S ortiqcha miqdorda olingani uchun HS^- hisobiga granula manfiy zaryadlanadi.

2- masala. Tarkibida 80% uglerod bo'lgan 37,5 g yondirilgan ko'mir mahsulotiga o'rta tuz hosil bo'lguncha ishqor qo'shiladi. Hosil bo'lgan tuzga 1 l CaCl_2 qo'shiladi, uning molyar konsentratsiyasi 0,5000 mol/l. Bu reaksiyada kolloid eritma hosil bo'ladimi? Hosil bo'lgan mitsellaning tuzilishini yozing va granula zaryadini ko'rsating.

Yechish:

Quyidagi sxema bo'yicha reaksiya boradi:



Ko'mirdagi uglerod miqdori:

$$\begin{array}{rcl} 37,5 & \text{—} & 100\% \\ x & \text{—} & 80\% \end{array}$$

$x = 3$ g uglerod.

Uning necha molga mos kelishi quyidagicha aniqlanadi:

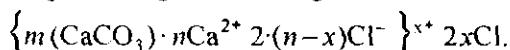
$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ mol uglerod.}$$

0,25 moldan 0,25 mol Na_2CO_3 hosil bo'ladi.

1 l 0,5 molyarlik CaCl_2 eritmasida

$$n = c \cdot V = 0,5000 \text{ mol/l} \cdot 1 \text{ l} = 0,5 \text{ mol } \text{CaCl}_2 \text{ mavjud.}$$

Demak, CaCl_2 ortiqcha miqdorda olingan ekan, shuning uchun kolloid eritma hosil bo'ladi. CaCl_2 ortiqcha bo'lgan holdagi mitsellaning tuzilishi:

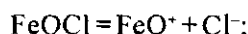
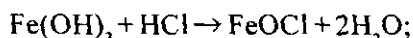
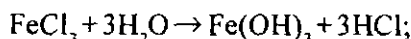


Granula musbat zaryadli.

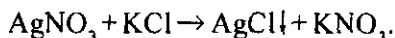
Vaziyatli masalalar

1- masala. Temir gidroksidi zoli mitsellasining hosil bo'lish reaksiyasini yozing.

Javob:



2- masala. Ortiqcha KCl olinganda quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'lgan AgCl kolloid zarrachasi mitsellasining tuzilishini ko'rsating:



Javob: $\{m\text{AgCl}; n\text{Cl}^- (n-x)\text{K}^+\}^{x-} \cdot x\text{K}^+$

Test savollari

1. «Sun'iy buyrak» qurilmasi qaysi usulda qo'llanadi?

a) dializ; b) elektrodializ; d) vividializ; e) ultrafiltratsiya.

2. Kolloid zarracha o'lchamini ko'rsating:

1) 10^{-7} – 10^{-9} m; 2) 10^{-4} – 10^{-7} m; 3) 10^{-9} m; 4) 1–100 mmk; 5) 1–50 mmk.

a) 1, 2, 3; b) 2, 3, 4; d) 1, 4; e) 2, 4.

Probirkaga 1 ml 2% li FeCl₃ eritmasi soling va 10,00 ml distillangan suv qo'shing. Aralashmani chayqating va qaynaguncha qizdiring. Hodisani tushuntiring. Temir gidroksidi

mitsellasiining formulasini yozing. Boshqa probirkaga 2,00 ml hosil bo'lgan zoldan olib, bir necha tomchi 0,1000 mol/l konsentratsiyali Na_2SO_4 qo'shing, kuzatiladigan hodisani tushuntiring. Temir gidroksid zolini keyingi tajribaga olib qo'ying.

2- tajriba. Berlin lazuri zolining olinishi

0,1%li $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ning 2,0 ml iga 4 tomchi 2%li FeCl_3 qo'shing va aralashmani chayqating. Hosil bo'lgan zollarning farqini tushuntiring va kolloid zarrachaning zaryadini ko'rsating. Eritmalarni keyingi tajribaga saqlab qo'ying.

3- tajriba. Kolloid zarrachalar zaryadining ishorasini aniqlash

3 ta filtr qog'oz oling. Birinchisiga 1 tomchi temir gidroksid zoli, ikkinchisiga 1 tomchi berlin lazuri (1), uchinchisiga 1 tomchi berlin lazuri (2) tomizing. Shimilgandan so'ng dog'lar hosil bo'ladi. Hodisalardan to'g'ri xulosa chiqarish uchun quyidagilarga e'tibor bering: musbat zaryadlangan zollar o'rtasi rangli, atrofi rangsiz dog' hosil qiladi, manfiy zaryadlangan zarralar chetlarigacha bir tekis taqsimlangan rangli dog' hosil qiladi. Bu hodisada suvga nisbatan manfiyroq zaryadlangan qog'oz musbat zarrachalarni adsorbsiyalaydi, manfiylarni esa adsorbsiyalamaydi. Aytib o'tilganlarga asoslanib, zarrachalar zaryadi haqida xulosa yozing.

4- tajriba. Dializ usulida tozalash

Kolloid xaltachaga $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning issiq eritmasini quying. Bu xaltachani shisha tayochchaga olib, issiq distillangan suv to'ldirilgan stakanga tushiring. Haroratni oshirish jarayonni tezlashtirishga yordam beradi. 10–15 daqiqadan so'ng AgNO_3 yordamida Cl^- ionlari borligi va yuvilayotgan xaltachadagi suvning rangsizligini aniqlang. Rangsiz kilga qarab, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ mitsellalari membrana orqali o'tganini aniqlang.

5.5. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi

Mashg'ulotning maqsadi. Reaksiya tezligini oldindan belgilash va aniqlashga sistemali yondoshishni o'rganish; biokimyoviy jarayonlar mexanizmi va kinetikasini oldindan belgilash; qaytar reaksiyalar borishini aniqlashni o'rganish; biologik sistemalardagi kimyoviy reaksiyalar yo'nalishini oldindan aniqlash; turli omillarning muvozanat holati va uning siljishiga ta'sirini eksperimental tekshirish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Biokimyoviy reaksiyalar kinetik bo'lib, ma'lum vaqt talab qiladi. Shuning uchun kimyoviy reaksiyalarning borish mexanizmi va kinetikasini o'rganish hamda ularni biologik sistemalarga qo'llashni bilish shifokorlar uchun juda zarur. Dorivor preparatlar kimyoviy kinetika qonunlariga asosan ta'sir qiladi. Biologik obyektlarda boradigan jarayonlar ochiq sistemalarga taalluqli bo'lib, moddalar va energiya almashinuvi doimo tashqi muhit bilan bog'liq bo'ladi. Bu sistemalarda biokimyoviy reaksiyalar ketma-ket boradi. Masalan: oqsil, uglevodlarning gidroliz reaksiyasi,

monosaxaridlarning CO_2 ga aylanishi va boshqalar. Biokimyoviy reaksiyalarning ko'pchiligi radikal va fermentlar ishtirokida boradi. Bu reaksiyalar yuqori tezlikda kechishi bilan ajralib turadi. Tirik organizmda kimyoviy o'zgarishlarning ro'y berishi modda almashinuvi boradigan konkret sharoitga bog'liq bo'ladi. Biosistemalardagi kimyoviy reaksiyalar biologik katalizatorlar – fermentlar yordamida amalga oshadi. Biokatalizatorlar o'ziga xosligi va ta'sir yo'nalishining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Ularning ko'pchiligi o'zida metall ionlari va oqsillar saqlaydi. Masalan, gidrolazalar tarkibida rux, kalsiy, marganes; oksidazalar tarkibida esa temir, mis, molibden, kobalt bor.

Bir metall boshqasiga almashtirilganda metall-ferment faolligi o'zgaradi (ko'pincha kamayadi). Fermentlarning faolligi pasayishi *fermentopatiya* yoki *enzimopatiya* deb nomlanadigan kasalliklarga olib keladi. Bular irsiy kasallik hisoblanadi. Masalan, albinizm hujayra tirozinining malaniga aylanishini katalizlaydigan tirozinaza fermenti faolligining kamayishi oqibatida vujudga keladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Gomogen va geterogen sistemalar.
2. Kimyoviy reaksiyalar tezligi haqida tushuncha.
3. Qaytar va qaytmas reaksiyalar.
4. To'g'ri va teskari reaksiyalar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Kimyoviy reaksiyalar tezligi.
2. Reaksiyalar tezligiga ta'sir etuvchi omillar:
 - 2.1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalar tabiati;
 - 2.2. Konsentratsiya;
 - 2.3. Harorat;
 - 2.4. Katalizator;
 - 2.5. Bosim (gazsimon moddalar uchun).
3. Gomogen va geterogen kataliz.
4. Fermentlar, ularning organizmdagi roli.
5. Kimyoviy muvozanat. Le-Shatellye prinsipi.

Ma'lumotlar yig'indisi

Kimyoviy kinetika

Kimyoviy reaksiyalarning borish tezligi va tartibini o'rganadigan soha *kimyoviy kinetika* deyiladi.

Kimyoviy kinetika quyidagilarni o'rganadi:

1. Reaksiya tezligining modda tabiati, konsentratsiyasi, harorat va katalizatorlarga bog'liqligi.

2. Reaksiya mexanizmini belgilash, ya'ni turli bosqichlarda hosil bo'ladigan oraliq moddalar tabiatini aniqlash.

Kimyoviy reaksiyalar tezligi deb, ma'lum vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishayotgan birorta modda (yoki reaksiya mahsuloti) konsentratsiyasining o'zgarishiga aytiladi. Agar t_1 vaqtda A moddaning konsentratsiyasi c_1 ga, t_2 vaqtda esa c_2 ga teng bo'lsa, bu vaqtlar oralig'idagi $\Delta t = t_1 - t_2$ konsentratsiyaning o'zgarishi $\Delta c = c_1 - c_2$ bo'ladi. Reaksiyaning o'rtacha tezligi quyidagicha topiladi:

$$\nu = \frac{c_1 - c_2}{t_1 - t_2} = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}.$$

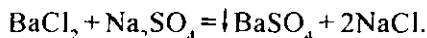
Ba'zi reaksiyalar juda tez, soniya ulushida (portlash bilan), ba'zilar esa juda sekin (yillar mobaynida) sodir bo'ladi.

Kimyoviy reaksiya tezligiga quyidagi omillar ta'sir etadi:

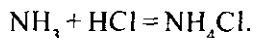
1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiati.
2. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi.
3. Harorat.
4. Bosim (gazsimon moddalarda).
5. Katalizatorning mavjudligi.

1. Kimyoviy reaksiya tezligiga reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatining ta'siri

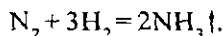
Moddalar tabiatiga ko'ra reaksiyaga shiddatli yoki sekin kirishadi. Ko'pincha molekulasida ion bog' bilan bog'langan moddalar orasida reaksiya tez boradi. Masalan:



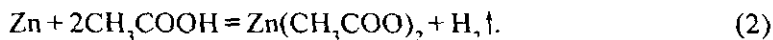
Qutbli kovalent bog' bilan bog'langan moddalar orasida kimyoviy reaksiya nisbatan sekinroq boradi. Masalan:



Qutbsiz kovalent bog' bilan bog'langan moddalar orasida reaksiya oddiy sharoitda juda sekin boradi yoki umuman bormaydi. Masalan:



Kuchli kislotalar reaksiyaga shiddatli, kuchsiz kislotalar esa ancha qiyin kirishadi. Masalan:



(1) reaksiya tezligi (2) reaksiya tezligidan ancha katta.

2. Kimyoviy reaksiya tezligiga reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining ta'siri

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekullari to'qnashuvi zarur. Molekulalar soni qancha ko'p bo'lsa, to'qnashuvlar soni shuncha ko'p bo'ladi va reaksiya tezligi ham shuncha katta bo'ladi. Yuqorida aytilganlardan kelib chiqqan holda, 1867- yili norvegiyalik olimlar K.M.Guldberg va P.Vaage tomonidan kimyoviy kinetikaning asosiy qonuni – *massalar ta'siri qonuni* kashf etildi. Bu qonunga ko'ra, o'zgarmas haroratda kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va reaksiya tenglamasidagi modda formulasi oldidagi koeffitsient konsentratsiya darajasiga qo'yiladi.

$aA + bB \rightleftharpoons cC$ reaksiya uchun:

$$V = k \cdot c^a(A) \cdot c^b(B)$$

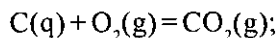
yoki $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ reaksiya uchun:

$$V = k \cdot c(N_2) \cdot c^3(H_2);$$

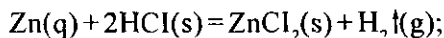
bu yerda, k – tezlik konstantasi, u doimiy kattalik bo'lib, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi 1 ga teng bo'lgandagi reaksiya tezligidir. Agar $c(A) \cdot c(B) = 1$ mol/l bo'lsa, $V = k$ bo'ladi.

k reaksiyaga kirishayotgan modda tabiati, haroratga bog'liq bo'lib, modda konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Kimyoviy reaksiyada gaz va suyuq moddalar bilan birga qattiq moddalar ham qatnashsa, ya'ni geterogen reaksiyalarda qattiq fazadagi modda konsentratsiyasi reaksiya davomida odatda o'zgarmaydi. Bunday hollarda reaksiya tezligi faqat gaz yoki suyuq moddalar konsentratsiyalari bilan o'lchanadi:



$$V = k \cdot c(O_2);$$



$$V = k \cdot c^2(HCl).$$

Geterogen reaksiyalarda reaksiya fazalar chegarasi yuzasidagina borganligi sababli, bu yuza qancha katta bo'lsa, uning suyuq yoki gaz holatdagi modda bilan reaksiyaga kirish tezligi shuncha katta bo'ladi. Demak, qattiq moddalar maydalangan holda reaksiyaga tezroq kirishadi.

3. Kimyoviy reaksiya tezligiga haroratning ta'siri

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning to'qnashishi zaruriy shart, lekin bu yetarli emas. Faqat faol molekullarning

to'qnashuvigina yangi mahsulot hosil bo'lishiga olib keladi. Haroratning ko'tarilishi faol to'qnashuvlar soni ortishiga va, demak, reaksiya tezligining ortishiga olib keladi.

Molekulalar kimyoviy ta'sirlashishga uchrashi uchun o'rtacha energiyadan ko'proq kinetik energiyaga ega bo'lishi kerak. Bu energiya *faollanish energiyasi* deyiladi. Bunday energiyaga ega bo'lgan molekulalar faol molekulalar hisoblanadi.

Kimyoviy reaksiya vaqtida har doim energiya g'ovi yengiladi, uning cho'qqisida reaksiyaning oraliq mahsuloti – *faollangan kompleks* hosil bo'ladi. *Faollanish energiyasi* – reaksiyaga kirishayotgan moddalarni faollangan kompleksdan ajratib turadigan energiya g'ovidir.

Faollanish energiyasi juda yuqori bo'lganda energiya g'ovini yenga oladigan molekulalar soni oz, reaksiya tezligi juda kichik bo'ladi.

Reaksiya tezligi konstantasini faollanish energiyasiga bog'liqligini Arrenius tenglamasi ifodalaydi:

$$K = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}};$$

bu yerda: A – hajm birligida molekulalar to'qnashuvi soni;

e – natural logorifm asosi ($e \approx 2,716$);

R – universal gaz doimiysi ($R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$);

T – absolut harorat (K);

E_a – faollanish energiyasi (J/mol).

Arrenius tenglamasining quyidagi ko'rinishi ham mavjud:

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2,303 \cdot R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right);$$

bu yerda, k_1, k_2 – boshlang'ich (T_1) va berilgan (T_2) haroratdagi reaksiyaning tezlik konstantasi.

Harorat ko'tarilganda, odatda, kimyoviy reaksiya tezligi ortadi. Vant-Goff qoidasiga ko'ra, reaksiya olib boriladigan sistemaning harorati 10°C ga ko'tarilganda, reaksiya tezligi 2–4 marta ortadi. Bu qoidaga asosan harorat bilan reaksiya tezligi o'rtasidagi bog'liqlikni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$r = \frac{\nu_1 + 10}{\nu_1} = \frac{k_1 + 10}{k_1}; \quad \frac{\nu_1}{\nu_2} = r^{\frac{t_2 - t_1}{10}};$$

bu yerda, t_1 va t_2 – boshlang'ich va oxirgi vaqtdagi harorat;

ν_1 va ν_2 – boshlang'ich va oxirgi vaqtdagi reaksiya tezligi;

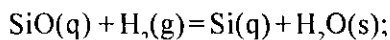
γ – reaksiyaning harorat koeffitsienti bo'lib, harorat har 10° ga ko'tarilganda reaksiya tezligi necha marta ortishini ko'rsatadi. U ko'pincha 2–4 oraliqdagi qiymatlarga teng bo'ladi.

Haroratning ko'tarilishi faol molekularlar sonining ortishiga olib keladi, ularning o'zaro to'qnashuvi tufayli reaksiya tezligi ortadi.

Kimyoviy reaksiyalar mexanizmini aniqlash uchun eksperimental yo'l bilan reaksiya tartibini aniqlash zarur.

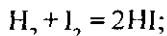
Reaksiya tartibi reaksiya tezligi tenglamasidagi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari darajalarining yig'indisiga teng.

Masalan:



$$\nu = k \cdot c(\text{H}_2);$$

bu reaksiya 1- tartibli.



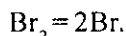
$$\nu = k \cdot c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2);$$

bu reaksiya esa 2- tartibli.

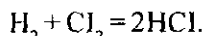
Reaksiyaning molekularligi deb, kimyoviy ta'sirlashishning eng oddiy ko'rinishida qatnashuvchi molekularlar soniga aytiladi.

Reaksiyalar 1, 2 va 3 molekular bo'lishi mumkin.

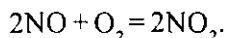
1 ta molekula o'zgarishi natijasida sodir bo'ladigan reaksiyalar – *monomolekular reaksiyalar* deyiladi:



2 ta molekulaning to'qnashuvidan hosil bo'lgan elementar akt *bimolekular reaksiyalar* deyiladi:

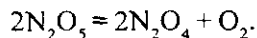


Uch molekular reaksiyalarda elementar akt 3 ta molekula to'qnashuvidan sodir bo'ladi:



Amalda uch molekulardan ortiq molekular reaksiyalar uchramaydi, chunki bir vaqtning o'zida bir nuqtada uchta molekulaning to'qnashuvi ehtimoli juda oz.

Kimyoviy tenglamaga binoan, bir bosqichda kechadigan reaksiyalar *oddiy reaksiyalar* deyiladi. Masalan:



Murakkab reaksiyalarda molekulalardan tashqari radikallar, ionlar, faollangan komplekslar qatnashadi. Murakkab reaksiyalar parallel, ketma-ket, zanjir reaksiyalarga bo'linadi.

Yorug'lik ta'sirida boradigan reaksiyalar *fotokimyoviy reaksiyalar* deyiladi. Odam organizmida boradigan ko'pchilik reaksiyalar fotokimyoviy reaksiyalar qatoriga kiradi. Quyoshning ultrabinafsha nurlari ta'sirida odam terisida raxitga qarshi faollikka ega bo'lgan D vitamini sintezlanadi.

Fotosintez – o‘simliklar organizmini odam va hayvonlar uchun zarur bo‘lgan kislorod zahirasi bilan ta‘minlovchi jarayon hisoblanadi.

Nurning fotokimyoviy ta‘siri shundaki, bunda reaksiyaga kirishayotgan molekula yoki atomlar fotonlar ta‘sirida qo‘zg‘algan holga o‘tadi.

Fotokimyoviy reaksiyalar tezligi o‘zgarishga uchrayotgan modda konsentratsiyasi va haroratga bog‘liq bo‘lib, yutilgan nurlanish energiyasi miqdoriga proporsionaldir.

1. Tabiiy fotokimyoviy reaksiyalar organizmga ijobiy ta‘sir etadi. Masalan, quyosh nuri ta‘sirida D provitamin D vitamininga aylanadi, bu esa suyak to‘qimalarining regeneratsiyasini kuchaytiradi.

2. Ultrabinafsha nurlar bakteriyalarni o‘ldiradi, uning bu xususiyatidan inyeksion eritmalarini sterilizatsiya qilishda foydalaniladi.

3. Fotokimyoviy reaksiyalar biokimyoviy reaksiyalarning qo‘zg‘atuvchisi (stimulatori) hisoblanadi, shuning uchun ba‘zi kasalliklarni profilaktika qilish va davolashda quyosh vannalaridan foydalaniladi.

Fotokimyoviy reaksiyalar nurlantirish chastotasiga ko‘ra, organizmga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Masalan, ^{60}Cr izotopining radiofaol yemirilishi (parchalanishi) natijasida ajralib chiqadigan γ -nurlar saraton bilan kasallangan to‘qimalarni yemirishga ijobiy ta‘sir ko‘rsatish bilan bir vaqtda biokimyoviy reaksiyalarga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Buning oqibatida esa nurlanish kasalligi yuzaga keladi. Qonda leykotsitlar sonining kamayib ketishi buning yaqqol dalildir.

Har biri faol zarrachaning hosil bo‘lishiga olib keladigan ketma-ket takrorlanadigan reaksiyalar *zanjirli reaksiyalar* deyiladi.

Ko‘pchilik fotokimyoviy reaksiyalar zanjirli reaksiyalar hisoblanadi, masalan, yonish va oksidlanish jarayonlari, kreking, polimerlanish reaksiyasi. Zanjirli reaksiyalarning zamonaviy nazariyasi Semyonov I.I. tomonidan ishlab chiqilgan.

Zanjirli reaksiya 3 bosqichga bo‘linadi:

- 1) zanjirning vujudga kelishi;
- 2) zanjirning rivojlanishi;
- 3) zanjirning uzilishi.

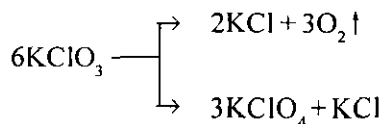
1. $\text{Cl}_2 - 2\text{Cl}^\cdot$ – zanjirning hosil bo‘lishi;

2. $\text{Cl}^\cdot + \text{H}_2 = \text{HCl} + \text{H}^\cdot$;
 $\text{H}^\cdot + \text{Cl}_2 = \text{HCl} + \text{Cl}^\cdot$ – zanjirning o‘sishi;

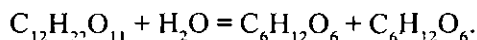
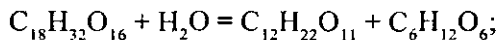
3. $\text{H}^\cdot + \text{Cl}^\cdot = \text{HCl}$;
 $\text{Cl}^\cdot + \text{Cl}^\cdot = \text{Cl}_2$;
 $\text{H}^\cdot + \text{H}^\cdot = \text{H}_2$ – zanjirning uzilishi.

Erkin atomlar, shuningdek, erkin radikallar zanjirli reaksiyalarda faol zarrachalar bo‘lishi mumkin.

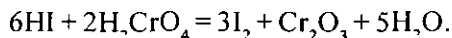
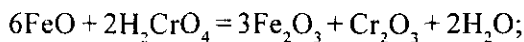
Parallel reaksiyalar deb, bir vaqtning o'zida bir nechta yo'nalishda boradigan reaksiyalarga aytiladi. Masalan:



Ketma-ket reaksiya deb, oraliq mahsulotlar hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarga aytiladi. Masalan, rabinoza (trisaxarid) gidrolizida avval disaxarid, so'ng monosaxarid hosil bo'lish reaksiyasi:



Agar bir reaksiyaning borishi ikkinchi reaksiyani keltirib chiqarsa, bunday reaksiyalar *o'zaro ta'sirli reaksiyalar* deyiladi. Masalan, HI to'g'ridan-to'g'ri H_2CrO_4 bilan reaksiyaga kirishmaydi, lekin shu sistemaga ozgina FeO qo'shilsa, reaksiya osongina amalga oshadi:

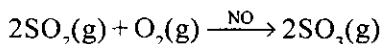


4. Kimyoviy reaksiya tezligiga katalizatorning ta'siri

Kimyoviy reaksiya tezligi katalizatorlar ishtirokida ortib boradi. Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar *katalitik reaksiyalar* deyiladi. Katalizator ta'sirida reaksiya tezligining o'zgarish hodisasi *kataliz* deyiladi. Katalizatorlar ishtirokida boradigan jarayon *katalitik jarayon* deyiladi. Katalitik reaksiya natijasida katalizator kimyoviy jihatdan o'zgarmay qoladi va uning miqdori doimiylicha saqlanadi.

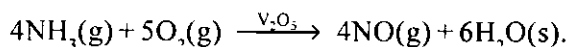
Katalizator vazifasini noorganik va organik moddalar bajarishi mumkin. Reaksiyada ularning massasi kichik bo'lib, odatda, reaksiya oxirida o'zgarmay qolaveradi. Katalizatorlar sekin boradigan reaksiya tezligini oshiribgina qolmay, balki katalizatorlarsiz bormaydigan reaksiyalarni amalga oshirishi mumkin. Ularning tavsifli joyi shundaki, ular reaksiya davomida sarf bo'lmaydi va shuning uchun oxirgi mahsulot tarkibiga kirmaydi. Ularning ikkinchi ajralib turadigan o'ziga xosligi – kimyoviy muvozanatga ta'sir qilmasligidir.

Katalizning gomogen va geterogen turi mavjud. *Gomogen katalizda* katalizator va reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir xil agregat holatda (fazada) bo'ladi:



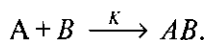
Gomogen katalizda katalizator massasining hammasi ishtirok etadi, shuning uchun kimyoviy reaksiya tezligi uning konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional.

Geterogen yoki kontakt katalizda katalizator, odatda, qattiq modda bo'lib, reaksiya aralashma esa suyuq yoki gazsimon holatda bo'ladi:

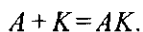


Geterogen katalizda katalizatorning ta'sir etish mexanizmi adsorbsiya hodisasi asosida tushuntiriladi. *Adsorbsiya* deb, moddalarning qattiq modda yoki suyuqlik yuzasida to'planish hodisasiga aytiladi. Bu jarayonda qattiq katalizator yuzasida molekular adsorbsiyalanadi va bunda ayrim kimyoviy bog'lar bo'shashib, moddalarning reaksiyaga kirish moyilligi ortadi. Bunday holatda katalizator yuzasining katta-kichikligi yuqori ahamiyatga ega.

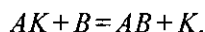
Katalizatorning ta'sir mexanizmi oraliq moddalar hosil bo'lishi nazariyasi bilan tushuntiriladi. Quyidagi katalitik reaksiyada:



Katalizator K dastlabki moddalarning biri bilan oraliq modda AK (faol kompleks) hosil qiladi:



Hosil bo'lgan oraliq modda dastlabki moddalarning ikkinchisi bilan oson reaksiyaga kirishib, reaksiya mahsuloti – AB modda hosil bo'ladi va katalizator dastlabki holiga qaytadi:



Katalizatorlar kimyoviy reaksiya tezligini oshirishi va sekinlashtirishi mumkin. Katalizator ishtirokida kimyoviy reaksiya tezligining ortishi *musbat kataliz* deyiladi. Katalizatorlar ishtirokida kimyoviy reaksiyaning sekinlashishi *manfiy kataliz* deyiladi. Bunda qo'llanadigan katalizator esa *ingibitor* deb nomlanadi.

Umuman, katalitik reaksiyalarda reaksiya tezligining ortishi faollanish energiyasining kamayishi hisobiga sodir bo'ladi.

Tirik organizmda fermentativ kataliz amalga oshadi.

Fermentlar – biokatalizatorlardir, ular oqsillarning yuqori darajali ixtisoslashgan sinfidir. Fermentlar oddiy va murakkabga bo'linadi. Faqat aminokislotalardan tashkil topgan fermentlar *oddiy fermentlar* deyiladi, *murakkab fermentlar* o'zida oqsil bo'lmagan qismlarni ham saqlaydi. Fermentning oqsil qismi *apoferment* (haroratga chidamsiz), oqsil bo'lmagan qismi *koferment* yoki *kofaktor* deyiladi. Koferment apofermentdan oson ajraladi, kofaktor esa ajralmaydi. Ikkala qismning yig'indisi holoferment deyiladi. Apoferment substratni tanlaydi, koferment esa «faol markaz» vazifasini bajaradi (fermentlar ta'siriga uchraydigan moddalar *substratlar* deyiladi). Fermentlarning substratlarga ta'siri «faol markaz» orqali amalga oshiriladi. Oddiy fermentlarda bu vazifani ayrim aminokislotalarning funksional guruhlarini amalga oshiradi, masalan: metionin – CH_3 ,

treonin – OH, arginin – NH_2 , glutamin – COOH. Murakkab fermentlarda esa «faol markaz» vazifasini Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn ionlari (kofaktorlar) bajaradi. Koferment vazifasini ko'pincha vitaminlar (B_2 , B_6 , B_{12}) hamda vitamin tutuvchi nukleotidlar (FAD, FMN, NAD, NADF) bajaradi.

Fermentlar barcha oqsillarga xos bo'lgan fizik-kimyoviy xususiyatlarni namoyon qilish bilan birga, faqat o'ziga xos bo'lgan xususiyatlarni ham namoyon qiladi. Ular yuqori faollikka ega bolishi uchun reaksiyon sistemada optimal sharoit saqlanishi shart. Bu sharoitni tashkil qiladigan omillarga optimal muhit (pH), harorat va shu reaksiyon sistema tarkibida boshqa moddalarning bo'lishi ham kiradi. Ferment faolligini oshiradigan moddalar *aktivatorlar*, susaytiradigan moddalar esa *ingibitorlar* deyiladi.

Fermentlar organizmda minglab kimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi. Ularning biokimyoviy o'zgarishlardagi biokatalizatorlik o'rni boshqa kimyoviy reaksiyalardagi katalizatorlarga o'xshash.

Reaksiya tugagandan so'ng, ferment katalizator kabi dastlabki erkin holida qoladi. Fermentativ reaksiyalar, odatda, geterogen-katalitik reaksiyalar turkumiga kiradi.

Koferment sifatida metall ionlarini saqlovchi fermentlar *metallofermentlar* deyiladi.

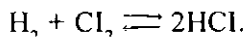
Metallofermentlarning faolligi ularda metall ionlarining borligiga bog'liq, metall ionlari chiqarib yuborilsa, ferment faolligi yo'qoladi. Masalan, rux ioni olib tashlansa, karbo-angidraza fermenti faolligini yo'qotadi. Agar sistemaga yetarli miqdorda tuz ko'rinishidagi rux ionlari kiritilsa, faolligi yana tiklanadi.

Kimyoviy muvozanat

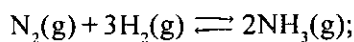
Kimyoviy reaksiyalarni yo'nalishi bo'yicha 2 turga bo'lish mumkin:

a) amaliy jihatdan bir tomonga oxirigacha boradigan qaytmas reaksiyalar. Bunday reaksiyalarning amalga oshishi natijasida cho'kmalar, yomon ionlanadigan kuchsiz elektrolitlar, gazsimon moddalar hosil bo'ladi, yoki ko'p miqdorda energiya ajraladi.

b) bir vaqtning o'zida qarama-qarshi tomonga yo'nalgan qaytar reaksiyalar. Ko'pchilik reaksiyalar amaliy jihatdan qaytar reaksiyalardir. Masalan:



Qaytar reaksiyalar oxirigacha bormaydi. Ularning borishida to'g'ri reaksiyalarning tezligi kamayib, teskarisniki ortib boradi. Ma'lum muddatdan so'ng to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezligi teng bo'lib, shunda *kimyoviy muvozanat* qaror topadi. Kimyoviy muvozanatning miqdoriy tavsifi kimyoviy muvozanat konstantasidir. Uni ammiak sintezi reaksiyasi uchun quyidagicha keltirib chiqarazish mumkin:



$$x_1 = k_1 \cdot c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2);$$

$$x_2 = k_2 \cdot c^2(\text{NH}_3).$$

Muvozanat qaror topganda: $x_1 = x_2$ bo'ladi:

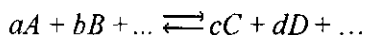
$$k_1 \cdot c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2) = k_2 \cdot c^2(\text{NH}_3);$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{c^2(\text{NH}_3)}{c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)}; \quad \frac{k_1}{k_2} = K_m.$$

K_m – muvozanat konstantasi.

Muvozanat konstantasi tenglamasiga kiruvchi modda konsentratsiyasi *muvozanat konsentratsiyasi* deyiladi.

Muvozanat konstantasi – ushbu haroratda doimiy son bo'lib, reaksiya mahsuloti bilan boshlang'ich moddalar muvozanat konsentratsiyalari orasidagi nisbatni ko'rsatadi. U qanchalik katta bo'lsa, reaksiya mahsuloti shuncha tez hosil bo'ladi:



$$K_m = \frac{c^c(C) \cdot c^d(D) \cdot \dots}{c^a(A) \cdot c^b(B) \cdot \dots}$$

K_m ifodasiga qattiq moddalar konsentratsiyalari kirmaydi. Muvozanat konstantasi har qaysi qaytar reaksiya uchun tavsifli bo'lib, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Qaytar reaksiyalarning muvozanat holati quyidagi omillarga bog'liq:

- 1) reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi;
- 2) harorat;
- 3) bosim (reaksiyada gaz holatdagi moddalar ishtirok etsa).

Reaksiyalarning borish sharoiti o'zgartirilganda kimyoviy muvozanat buziladi. Biror yo'nalish bo'yicha reaksiyaning ko'proq borishi ko'pincha boshlang'ich holatdagi muvozanatdan farq qiladigan yangi kimyoviy muvozanat qaror topishiga olib keladi. Bir muvozanat holatidan boshqasiga o'tish *kimyoviy muvozanatning siljishi* deyiladi. Bu siljishning yo'nalishi Le-Shatelye prinsipiga bo'ysunadi: *kimyoviy muvozanatda turgan sistemaga tashqaridan biror ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat shu ta'sirni kamaytiruvchi tomonga siljiydi*. Haroratning ortishi kimyoviy muvozanatni endotermik reaksiya tomon siljishiga; bosimning oshirilishi gazsimon moddalardagi umumiy mollar sonining kamayishiga; sistemadan reaksiya mahsulotining birini olib tashlash muvozanatni to'g'ri reaksiya tomonga siljishiga olib keladi. Katalizator muvozanat holatiga ta'sir etmaydi, u faqat sistemada tezroq muvozanat o'rnatilishiga yordam beradi.

Kimyoviy reaksiya muvozanat konstantasi Gibbs energiyasining standart o'zgarishiga bog'liq:

$$\Delta G_i^0 = -2,3 \cdot R \cdot T \cdot \lg K_i.$$

298 K (25°C) haroratda tenglamada quyidagicha o'zgaradi:

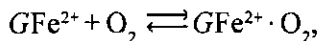
$$\Delta G_{298} = -5.69 \lg K_{298},$$

bunda ΔG_{298} kJ/mollarda ifodalangan.

Shunday qilib, bu tenglamalardan ko'rinadiki, $\Delta G^0 < 0$, $\lg K > 0$, ya'ni $K > 1$. Demak, $\Delta G^0 < 0$ bo'lganda muvozanat to'g'ri reaksiya tomonga siljiydi va mahsulot chiqishi nisbatan yuqori; $\Delta G^0 > 0$ da $\lg K < 1$ bo'lib, mahsulot chiqishi kam bo'ladi.

Kimyoviy reaksiyalarning ko'pchiligi, jumladan tirik organizmda kechadigan ko'pchilik biokimyoviy jarayonlar qaytardir. Shulardan ba'zilarini misol qilib keltirish mumkin:

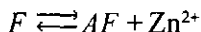
1. Qondagi gemoglobinning vazifasi qon bilan kislorodni o'pkadan tirik organizmning to'qima va hujayralariga olib borishdir. Bu jarayonni umumiy tarzda quyidagicha tasvirlash mumkin:



bu yerda, GFe^{2+} – gem.

O'pkada kislorod konsentratsiyasi bo'lgani uchun bu jarayon ong tomonga siljigan bo'ladi. Hujayralarda kislorod konsentratsiyasi ancha kichik, shuning uchun bu muvozanat chapga siljiydi va hujayralarning doimo kislorod bilan ta'minlanishiga olib keladi.

2. Fermentlarning katalitik ta'siri qaytar jarayon boyicha boradi. Masalan, karboangidraza koferment sifatida faol markazda rux ionini Zn^{+2} saqlaydi:

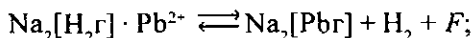
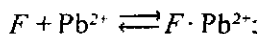


bu yerda: F – karboangidraza fermenti;

AF – apoferment.

Organizmda rux tanqisligida muvozanat o'ngga siljiydi va fermentning faolligi pasayadi. Rux ionlarining kiritilishi muvozanatni chapga siljitadi, bu esa karboangidraza konsentratsiyasining ortishiga va fermentlar faolligini tiklanishiga olib keladi.

3. Og'ir metallar, masalan simob, qo'rg'oshin va boshqalar bilan zaharlanganda organizmga kompleks hosil qiluvchi moddalar, masalan, komplekson (III), unitol, penitsilamin kabi antidotlar yuboriladi. Bu antidotlar og'ir metallarning ionlari bilan organizmdagi kompleksga nisbatan barqarorroq kompleks birikmalar hosil qiladi va eritma holida organizmdan oson chiqarib yuboriladi:



bu yerda: $Na_2[H_2r]$ – komplekson (III);

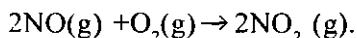
F – ferment.

4. Bakteritsid xususiyatga ega bo'lgan dorivor preparatlar ta'sirini ularni qo'llaganda muvozanatning siljishi bilan tushuntirish mumkin. Masalan, izonikotin kislota gidroksidi (GINK) ta'siri. GINK bakteriya fermentlari faol markazdagi metall kationlari bilan o'zaro

ta'sirlashib, ularni kompleks holda bog'laydi. Buning natijasida muvozanat siljiydi, fermentlar faolligi kamayadi va bakteriya halok bo'ladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi $c(\text{NO}) = 0,3 \text{ mol/l}$ va $c(\text{O}_2) = 0,15 \text{ mol/l}$ bo'lgan quyidagi reaksiya tezligi $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{sek}$:



Shu reaksiya uchun tezlik konstantasini aniqlang.

Berilgan:

$$c(\text{NO}) = 0,3 \text{ mol/l};$$

$$c(\text{O}_2) = 0,15 \text{ mol/l};$$

$$x = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{sek}.$$

$$k = ?$$

Yechish. Massalar ta'siri qonuniga asosan:

$$x = k \cdot c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2).$$

Bundan:

$$k = \frac{x}{c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,15} = 8,9 \cdot 10^2.$$

Javob: $k = 8,9 \cdot 10^2$.

2- masala. Katalaza fermenti ishtirokida boradigan vodorod peroksidning parchalanish reaksiyasi tezligi harorat 0°C dan 40°C gacha ko'tarilganda necha marta ortadi? $E_a = 23,03 \text{ kJ/mol}$.

Berilgan:

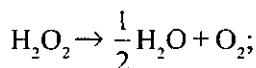
$$t_1 = 0^\circ \text{C}, \quad T_1 = 273 \text{K};$$

$$t_2 = 40^\circ \text{C}, \quad T_2 = 313 \text{K};$$

$$E_a = 23,03 \text{ kJ/mol}$$

$$k_1/k_2 = ?$$

Yechish. Faollanish energiyasining haroratga bog'liqligini qo'llagan holda, harorat ko'tarilganda katalaza fermenti ishtirokida vodorod peroksidning parchlanish kimyoviy jarayonining tezligi quyidagicha hisoblanadi:



$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2,303 \cdot R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right);$$

bu tenglamada: $R = 0,0831 \text{ kJ/molK}$;

k_1 va k_2 - T_1 va T_2 haroratdagi tezlik konstantalari.

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{23,03}{2,303 \cdot 0,0831} \cdot \left(\frac{1}{273} - \frac{1}{313} \right) = 0,0572.$$

Bu qiymatning antilogarifmi aniqlanadi: $\frac{k_2}{k_1} = 1,14$.

Javob: reaksiya tezligi 1,14 marta ortadi.

3- masala. $A(g) + 2B(g) \rightarrow C(g)$ sistemada muvozanat konsentratsiyalari quyidagicha: $c(A) = 0,216 \text{ mol/l}$, $c(B) = 0,120 \text{ mol/l}$, $c(C) = 0,216 \text{ mol/l}$. Reaksiyaning muvozanat konstantasini toping.

Berilgan:

$$c(A) = 0,216 \text{ mol/l};$$

$$c(B) = 0,120 \text{ mol/l};$$

$$c(C) = 0,216 \text{ mol/l};$$

$$K_m = ?$$

Yechish. Berilgan reaksiyaning muvozanat konstantasi massalar ta'siri qonuniga muvofiq quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

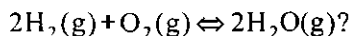
$$K_m = \frac{c(C)}{c(A) \cdot c^2(B)}.$$

Tenglamaga masalada berilgan qiymatlarni qo'yib, K_m ning qiymati topiladi.

$$K_m = \frac{0,216}{0,216 \cdot (0,120)^2} \frac{\text{mol/l}}{\text{mol/l} \cdot (\text{mol/l})^2} = 69,45.$$

Javob: reaksiyaning muvozanat konstantasi 69,45 ga teng.

4- masala. Quyidagi sistemada bosim oshirilganda kimyoviy muvozanat qaysi tomonga siljiydi:



Yechish. Berilgan sistemada 2 mol H_2 va 1 mol O_2 , ya'ni jami 3 mol modda reaksiyaga kirishadi. 2 mol H_2O hosil bo'ladi. Le-Shatellye prinsipiga asosan, bosim oshirilganda muvozanat chapdan o'ngga siljiydi, chunki o'zgarmas hajmda 3 mol boshlang'ich

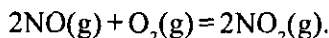
moddadan 2 mol modda hosil bo'lishi bosimning kamayishiga olib keladi, ya'ni ko'rsatilgan tashqi ta'sirni kamaytiradi.

Vaziyatli masalalar

1. Vodorod peroksidning parchalanish energiyasi 25°C da $75,24\text{ kJ/mol}$ (E) ni tashkil etadi. Biror biokatalizator ishtirokida esa $E_a = 50,14\text{ kJ/mol}$ ga teng. 25°C da vodorod peroksidning biokatalizator ishtirokida parchalanish tezligi necha marta ortishini hisoblang.

Javob: Reaksiya tezligi 25000 marta ortgan.

2. Azot (ID) oksid $-\text{NO}_2$ o'ziga xos hidli qo'ng'ir rangli gaz, odam uchun zaharli. Uni quyidagi reaksiya yordamida olish mumkin:



4 mol azot (II) oksid va 2 mol kisloroddan iborat boshlang'ich aralashma tayyorlangan. Muvozanat holatiga kelganda esa azotning boshlang'ich miqdoridan 20% i qoldi. Kimyoviy muvozanat konstantasi qiymatini aniqlang.

Javob: $K_m = 40$.

Test savollari

1. Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi qaysi qonun asosida tushuntiriladi?

- a) Vant-Goff qonuni; d) massaning saqlanish qonuni;
b) massalar ta'siri qonuni; e) Gibbs qonuni.

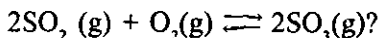
2. Yog'larni parchalaydigan fermentni ko'rsating

- a) katalaza; d) lipaza;
b) peroksidaza; e) karboksipeptidaza.

3. Katalizator kimyoviy muvozanat qaror topganda qanday ta'sir ko'rsatadi?

- a) to'g'ri reaksiya tezligini oshiradi;
b) kimyoviy muvozanatga ta'sir etmaydi;
d) teskari reaksiya tezligini oshiradi;
e) kimyoviy muvozanatga ta'sir etmaydi, u faqat muvozanat qaror topishini tezlashtiradi.

4. Quyidagi katalitik reaksiyada katalizator miqdori 5 marta ko'paytirilsa, muvozanat qanday o'zgaradi:



- a) SO_3 miqdori 5 marta ortadi;
- b) O_2 miqdori 2,5 marta kamayadi;
- d) SO_2 miqdori 5 marta kamayadi;
- e) o'zgarish kuzatilmaydi.

5. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$ reaksiyada muvozanat qaror topganda $c(\text{SO}_2) = 2,35 \text{ mol/l}$, $c(\text{SO}_3) = 8,85 \text{ mol/l}$, $c(\text{O}_2) = 8,02 \text{ mol/l}$ bo'lsa, muvozanat konstantasini aniqlang:

- a) 2,0; b) 2,3; d) 2,6; e) 1,6.

6. Tenglamasi $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$, $H = 280\text{kJ}$ bo'lgan reaksiya muvozanatini SO_3 hosil bo'lish tomonga siljitish uchun qaysi parametrlarni o'zgartirish kerak?

- a) SO_2 miqdorini ko'paytirish; d) bosimni kamaytirish;
- b) SO_3 miqdorini oshirish; e) haroratni oshirish.

7. Agar 5 soniya davomida vodorod peroksidning konsentratsiyasi $0,8 \text{ mol/l}$ dan $0,6 \text{ mol/l}$ gacha kamaygan bo'lsa, reaksiya tezligining o'rtacha qiymatini ($\text{mol/l} \cdot \text{son.}$) aniqlang:

- a) 2,0; b) 0,8; d) 0,01; e) 0,04.

8. Reaksiya tezligi $0,03 \text{ mol/l} \cdot \text{son.}$ bo'lsa, 30 soniya davomida boshlang'ich modda konsentratsiyasi qanchaga ($\text{mol/l} \cdot \text{son.}$) o'zgaradi?

- a) 0,2; b) 0,8; d) 1,0; e) 0,9.

9. Azot bilan vodorod orasidagi reaksiya tezligini qaysi omillar kamaytiradi: 1) azot konsentratsiyasini oshirish; 2) ingibitor qo'shish; 3) reaksiyaga kirishuvchi moddalarni aralashtirib turish; 4) sovutish; 5) qizdirish; 6) katalizator qo'shish; 7) bosimni kamaytirish?

- a) 1,5,6; b) 2,4,7; d) 3,4,5; e) 1,2,6.

10. Vodorod peroksidni parchalaydigan ferment nomini ko'rsating.

- a) katalaza; d) lipaza;
- b) peroksidaza; e) karboksipeptidaza.

LABORATORIYA ISHI

Kimyoviy reaksiya tezligining turli omillarga bog'liqligi

1- tajriba. Kimyoviy reaksiya tezligining modda tabiatiga bog'liqligi

Probirkalarga sirka va xlorid kislota quyung va ularning har biriga metall holidagi rux bo'lakchasini tashlang. Vodorod ajralib chiqishi intensivligini taqqoslang. Reaksiya tenglamasini yozing. Jarayonning borishidagi tezlikning har xilligini tushuntiring.

2- tajriba. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining kimyoviy reaksiya tezligiga ta'siri

Qora qog'oz ustiga 3 ta probirka qo'ying. 1- probirkaga 15 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi, 2- probirkaga 10 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ va 5 tomchi H_2O , 3- probirkaga 5 tomchi sulfat kislota quyung. Kislalani 1- probirkaga quyung va shu bilan bir vaqtda sekundomerni yoqing. Kuchsiz loyqa hosil bo'lguncha o'tgan vaqtni aniqlang. Xuddi shunday holatni 2- va 3- probirkalarda ham tekshiring. Natijalarni jadvalga yozing va xulosa chiqaring.

Probirka nomeri	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, tomchilar soni	H_2O , tomchilar soni	H_2SO_4 , tomchilar soni	Vaqt, sek	Xulosa
1	15	—	5		
2	10	5	5		
3	5	10	5		

3- tajriba. Kimyoviy reaksiya tezligiga haroratning ta'siri.

3.1. 2 ta probirkaga 15 tomchidan HCl eritmasi tomizing. Eritmalardan birini isiting. Issiq va sovuq eritmalarga rux bo'lakchalari soling. Vodorod pufakchalari ajralib chiqish tezligi turlicha ekanini taqqoslang va sababini tushuntiring.

3.2. 2 ta probirkaga 5 tomchidan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NaAsO_2 va HCl eritmalari tomizing. 1 ta probirkadagi eritmani isiting. Probirkalardagi loyqalanish darajasi farqini solishtiring va tushuntirib bering.

3.3. 2 ta probirkaga 5 tomchidan CrCl_3 , komplekson (III) va CH_3COONa eritmalari tomizing. 1 ta probirkani eritma qaynaguncha qizdiring. Probirkalardagi eritmalar rangi o'zgarish tezligini solishtiring va tushuntirib bering.

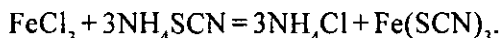
4- tajriba. Kimyoviy reaksiya tezligining katalizator ishtirokiga bog'liqligi.

2 ta probirkaga 10 tomchidan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ va 8 tomchidan sulfat kislota eritmasi tomizing. Probirkalarning biriga bir necha bo'lak MnSO_4 kristallaridan soling. Songra ikkala probirkaga 5 tomchidan KMnO_4 eritmasi qo'shing. Probirkalardagi eritmalar rangining yo'qolish tezligini taqqoslang va berilgan reaksiyada MnSO_4 ning ahamiyatini tushuntiring.

Kimyoviy muvozanat bo'yicha sifat reaksiyalari

1- tajriba. Kimyoviy muvozanatga reaksiyaga kirishayotgan modda konsentratsiyalarining ta'siri

Tajriba uchun quyidagi reaksiyadan foydalanish qulay:



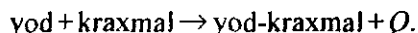
$\text{Fe}(\text{SCN})_3$ modda to'q qizil rangga ega, FeCl_3 eritmasi och sariq rangli. NH_4SCN , NH_4Cl – rangsiz. 4 ta konussimon probirkaga 20 tomchidan 0,05 mol/l li FeCl_3 eritmasi va 0,15 mol/l li NH_4SCN eritmasi soling. 1 ta probirkani hosil qilingan eritma bilan tajriba natijalarini taqqoslash uchun olib qo'ying. Qolgan probirkalarga quyidagi refoallardan: birinchisiga 1 tomchi NH_4SCN ning to'yingan eritmasi, ikkinchisiga 1 tomchi FeCl_3 ning to'yingan eritmasi, uchinchi probirkaga NH_4Cl ning bir necha kristalidan soling. Hosil bo'lgan eritmalar rangining intensivligini etalon moddaning rangi bilan solishtiring. Kuzatuv natijalari va xulosalarni jadvalga yozing.

Probiraka numeri	Qo'shilgan reaktiv	Rang intensivligining o'zgarishi, rang o'zgarishining yo'nalishi (susayishi, kuchayishi, muvozanatning chapga, o'ngga siljishi)
1		
2		

1-, 2- va 3- probirkalardagi rang o'zgarishini 4- si bilan taqqoslab tushuntiring.

2- tajriba. Kimyoviy muvozanatga haroratning ta'siri

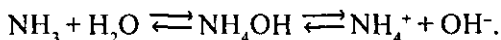
2.1. Yodning kraxmal bilan o'zaro ta'siri natijasida ko'k rangli, murakkab tarkibli yod-kraxmal hosil bo'ladi. Reaksiya – ekzotermik, muvozanatni shartli ravishda quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin:



2 ta probirkaga 4–5 tomchidan kraxmal eritmasi soling va 1 tomchi suyultirilgan yod eritmasi qo'shing. Eritma ko'k rangga bo'yaladi. Probirkalarning birini qizdiring va rang o'zgarishini kuzating. So'ngra probirkani jo'mrakdan oqayotgan suv ostida sovuting. Eritma rangida qanday o'zgarish ro'y beradi?

Tajribani tushuntirib bering.

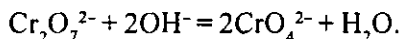
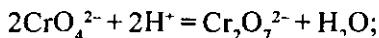
2.2. 2 ta probirkaga 5–7 ml distillangan suv, 2–3 tomchi fenolftalein va 1 tomchidan konsentrlangan ammiak eritmasi soling. 1 ta probirkani taqqoslash uchun qoldiring, 2- sini qizdiring. Qizdirish eritmadan ammiak ajralib chiqishini va shu bilan birga muvozanat siljishini tezlatadi:



Qizdirilganda ammiak eritmasining rangi o'zgarishini tushuntiring.

3- tajriba. Kimyoviy muvozanatga muhitning ta'siri.

Xrom (VI) ioni ishqoriy eritmada sariq rangli xromat ioni – CrO_4^{2-} protonlashadi va kislotali muhitda zarg'aldoq rangli bixromat ioni – $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ hosil bo'ladi:



Probirkaga 2–3 ml 10% li (massa jihatdan) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasi quying. Shu eritmaga tomchilab konsentrlangan ishqor eritmasi quying, rang o'zgarishini kuzating. Eritma sariq rangga kirganda konsentrlangan sulfat kislota qo'shing. Rang o'zgarishini kuzating.

Sodir bo'layotgan hodisalarni tushuntiring.

4- tajriba. Muvozanatni kam dissotsiatsiyalanadigan modda hosil qilish natijasida siljitish.

Probirkaga 4–5 ml magniy xlorid eritmasidan soling va asta-sekin, cho'kma hosil bo'lguncha natriy gidroksid eritmasidan qo'shing. Cho'kmani chayqating, hosil bo'lgan suspenziyani boshqa 2 ta probirkaga soling.

1- probirkani taqqoslash uchun qoldiring, 2- siga cho'kma eriguncha xlorid kislota qo'shing, 3- siga cho'kma eriguncha ammoniy xlorid qo'shing. Magniy gidroksidning xlorid kislota va ammoniy xloridda erishini tushuntirib bering.

ILOVALAR

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar professor Yu.A. Yershov tahriri ostida tuzilgan metodik qo'llanmadan olingan.

Fizikaviy doimiylar

Avogadro soni	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Universal gaz doimiysi	$R = 8,31 \text{ kJ/mol (kPa} \cdot \text{l/K mol; (K/mol)}$
Gazning normal molyar hajmi	$V_m = 22,4 \text{ l/mol}$
Plank doimiysi	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J/son.}$
Elektron zaryadi	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Kl.}$
Faradey soni	$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Kl/mol}$

1-jadval

O'lchamlar Xalqaro sistemasi (SI) ning asosiy birliklari

Kattalik	Birlik	
	nomi	belgisi
I. Asosiy kattaliklar		
Uzunlik	metr	m
Vaqt	soniya	s
Massa	kilogramm	kg
Elektr tok kuchi	amper	A
Termodinamik harorat	kelvin	K
Moddaning miqdori	mol	n
II. Vaqt va kenglik kattaliklari ko'paytmasi		
Hajm	kub metr	m ³
Tezlik	metr soniya	m/s
III. Mexanik va issiqlik kattaliklari ko'paytmasi		
Zichlik	kub metrlardagi kilogramm	kg/m ³
Bosim	Paskal	Pa
Energiya, ish, issiqlik miqdori, termodinamik potensial	Joul	J
Entropiya	Joul/Kelvin	J/K

2-jadval

Ba'zi tuzlarning turli haroratdagi suvda eruvchanligi
(1 g suvsiz modda 100 g suvda)

№	Modda	0° C	10° C	20° C	30° C	40° C
1	AgNO ₃	122	170	222	300	376
2	CuSO ₄ ·5H ₂ O	14,3	17,4	20,8	25	28,5
3	HgCl ₂	4,3	5,6	6,6	8,3	9,9
4	KCl	27,6	31,0	34,0	37,0	40,0
5	NH ₄ Cl	29,4	33,3	37,2	41,4	45,8
6	NaCl	35,7	35,8	36,0	36,3	36,6
7	Ca(HCO ₃) ₂	14,2	—	14,3	—	14,5
8	Li ₂ SO ₄	26,2	—	25,7	—	24,5
9	Mg SO ₄ · H ₂ O	—	—	38,6	37,8	36,3

3-jadval

Ba'zi organik moddalarning yonish issiqligi

Modda	Agregat holati	Yonish issiqligi kJ/mol	Modda	Agregat holat	Yonish issiqligi kJ/mol
CH ₄	g	-882	C ₆ H ₆	s	-3170
CO(NH ₂) ₂	kr	-634	C ₆ H ₁₂ O ₆	s	-3170
C ₂ H ₄	g	-1390	C ₆ H ₁₂ O ₆	kr	-2810
C ₂ H ₅ OH	s	-1370	CH ₃ COOH	s	-872

4-jadval

Ba'zi noorganik moddalarning suvda erish issiqligi

Modda	ΔH° erish, kJ/mol	Modda	ΔH° erish, kJ/mol
Al ₂ (SO ₄) ₃	-350,5	MgCl ₂ · 6 H ₂ O	-12,3
CaCl ₂	-75,3	Na ₂ CO ₃	-23,6
CaCl ₂ · 6H ₂ O	-19,1	Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O	-67,5
CuSO ₄	-66,5	Na ₂ SO ₄	-2,3
CuSO ₄ · 5H ₂ O	-11,6	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	-79,1
KCl	-16,7	Zn SO ₄	-77,6

5-jadval

Tibbiyotda qo'llaniladigan ba'zi moddalarning termodinamik ko'rsatkichlari ΔH_{298}^0 – moddaning hosil bo'lish standart issiqligi, kJ/mol; ΔG_{298}^0 – oddiy moddalardan murakkab modda hosil bo'lishida Gibbs energiyasining standart entropiyasi, kJ/mol; ΔS_{298} – moddaning standart entropiyasi, kJ/mol · K.*Jadvalda qabul qilingan qisqartmalar:*

kr – kristallik holat; g – gazsimon holat; s – suyuq holat; aq – suvli eritmadagi modda miqdori ko'rsatkichi; gr – grafit.

Modda yoki ion	Agregat holat	ΔH_{298}^0	ΔG_{298}^0	ΔS_{298}
C	gr	0	0	5,7
C	olmos	1,9	2,9	2,4
CO	g	-111	-137	198
CO ₂	g	-394	-394	214
CO ₂	aq	-413	-386	121
H ₂ CO ₃	aq	-700	-623	187
HCO ₃ ⁻	aq	-691	-587	95
CO ₃ ²⁻	aq	-676	-528	-53
Ca ²⁺	aq	-543	-553	-55
CaO	kr	-636	-604	40
Ca(OH) ₂	kr	-987	-897	76
CaSO ₄	kr	1430	-1320	107
CaSO ₄ · 2H ₂ O	kr	-2020	-1790	194
CaCl ₂	kr	-795	-750	114
CaCl ₂	aq	-877	-815	55
CaCl ₂ · 6H ₂ O	kr	-2600	—	—
Cl ₂	g	0	0	223
HCl	g	-92,3	-95,3	187
HCl	aq	-167	-131	55

$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	kr	-1680	-1400	225
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	kr	-2280	-1880	306
H_2O	s	-286	-238	70
H_2O	g	-242	-229	189
H_2O_2	aq	-188	-118	-
H_2O_2	aq	-191	-	-
Br	aq	-372	-385	183
Cl	g	-216	-235	240
Cl	aq	-419	-414	158
I	aq	-307	-334	212
KMnO_4	kr	-814	-714	172
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	kr	-2500	-1280	366

6-jadval

Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari

Nomi	O'lchov birligi	Hisoblash formulalari
Molyar konsentratsiya, $c(X)$	mol/l	$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(\text{eritma})}$
Ekvivalentning molyar konsentratsiyasi $c(\frac{1}{Z}X)$	mol/l	$c(\frac{1}{Z}X) = \frac{c(\frac{1}{Z}X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(\frac{1}{Z}X) \cdot V(\text{eritma})}$
Molyal konsentratsiya $b(X)$	mol/kg	$b(X) = \frac{n(X)}{m(\text{erituvch})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot m(\text{erituvch})}$
Komponentning massa ulushi $\omega(X)$		$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})}$
Komponentning massa ulushi (foizda) $\omega\%(X)$	%	$\omega\%(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%$
Komponenta molyar ulushi $N(X)$		$N(X) = \frac{n(X)}{n(\text{eritma})}$
Komponentning hajmiy ulushi $\nu(X)$		$\nu(X) = \frac{V(X)}{V(\text{eritma})}$
Titrl $t(X)$	g/ml	$t(X) = \frac{m(X)}{V(\text{eritma})}$

7-jadval

Ba'zi indikatorlarning hossalari

Indikator	Rang o'zgarish oralig'i	Indikator K_{ind}	Indikator rangi	
			Indikator rangi	Asos shakli
Metil zarg'aldog'i	3,1–4,4	3,75	Pushti	Sariq
Metil qizili	4,2–6,2	5,3	Qizil	Sariq
Lakmus	5,0–8,0	6,5	Qizil	Ko'k
n-nitrofenol	5,6–7,4	6,5	Rangsiz	Sariq
Neytral qizili	6,8–8,0	7,5	Qizil	Sariq
Fenoltalein	8,2–9,8	9,0	Rangsiz	Malina rang
Timoltalein	9,3–10,5	9,9	Rangsiz	Ko'k

8-jadval

Odam organizmidagi kimyoviy elementlar miqdori

Foiz miqdori	Elementlar
10	O(62), S(21), N(10)
1-10	N(3), Ca(2), P(1)
0,01-1	K(0,23), S(0,16), Cl(0,1), Na(0,08), Mg(0,027), Fe(0,01)
$10^{-3} - 10^{-2}$	Zn, Sr
$10^{-4} - 10^{-3}$	Cu, Cd, Br, Si, Cs
$10^{-5} - 10^{-3}$	I, Sn
$10^{-5} - 10^{-4}$	Mn, V, B, Si, Cr, Al, Ba
$10^{-6} - 10^{-3}$	Mo, Pb, Ti
$10^{-7} - 10^{-4}$	Be, Ag
$10^{-6} - 10^{-5}$	Co, Ni, La, Le, As, Hg, Bi
$10^{-7} - 10^{-5}$	Se, Sb, U
$10^{-7} - 10^{-6}$	Th
$10^{-12} - 10^{-4}$	Ru

9-jadval

Ba'zi kislota va asoslarning dissotsiatsiyalanish konstantalari

Modda	K	pK
H_2SO_4	$K_1=1,4 \cdot 10^{-2}$ $K_2=6,0 \cdot 10^{-8}$	1,85 7,20
H_2S	$K_1=1,0 \cdot 10^{-7}$ $K_2=2,5 \cdot 10^{-13}$	6,99 12,60
H_2CO_3	$K_1=4,5 \cdot 10^{-7}$ $K_2=4,8 \cdot 10^{-11}$	6,32 10,35
H_3PO_4	$K_1=7,1 \cdot 10^{-3}$ $K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$ $K_3=5,0 \cdot 10^{-13}$	2,15 7,21 12,0
$H_2C_4H_4O_6$	$K_1=1,3 \cdot 10^{-3}$ $K_2=3,0 \cdot 10^{-5}$	2,89 4,52
CH_3COOH	$K_1=1,74 \cdot 10^{-2}$	4,76
$H_2C_2O_4$	$K_1=5,6 \cdot 10^{-2}$ $K_2=5,4 \cdot 10^{-5}$	1,25 4,27
NH_4OH	$K=1,76 \cdot 10^{-5}$	4,75
H_2O	$K=1,8 \cdot 10^{-15}$	15,74
$Ca(OH)_2$	$K_2=4,0 \cdot 10^{-2}$	2,40
$Cu(OH)_2$	$K_2=7,9 \cdot 10^{-14}$	
$Mn(OH)_2$	$K_1=3,0 \cdot 10^{-4}$	
$Zn(OH)_2$	$K_1=4,4 \cdot 10^{-5}$ $K_2=1,5 \cdot 10^{-9}$	4,36 8,83

10-jadval

Ba'zi erituvchilarning krioskopik va ebulioskopik doimiylari

Erituvchi	K , grad, kg/mol	E , grad kg/mol
Suv	1,86	0,52
Benzol	5,12	2,57
Nitrobenzol	6,9	5,27
Sirka kislota	3,9	3,1

Ba'zi atomlarning ionlanish energiyasi

Atom	<i>I</i>	Atom	<i>I</i>
Vodorod	1312	Natriy	496
Geliy	2372	Magniy	738
Litiy	520	Aluminiy	578
Berilliy	899	Kremniy	786
Bor	801	Fosfor	1012
Uglerod	1088	Oltingugurt	1000
Azot	1402	Xlor	1251
Kislorod	1314	Argon	419
Ftor	1681	Kaliy	590
Neon	2081	Stronsiy	549
Skandiy	633	Ittriy	600
Titan	658	Sirkoniy	660
Vanadiy	650	Niobiy	664
Xrom	653	Molibden	685
Marganets	717	Texnetsiy	702
Temir	762	Ruteniy	711
Kobalt	759	Rodiy	720
Nikel	737	Palladiy	804
Mis	745	Kumush	731
Rux	906	Indiy	558
Galliy	579	Kadmiy	868
Germaniy	762	Kalay	709
Margimush	947	Surma	834
Selen	941	Tellur	869
Brom	1142	Yod	1008
Kripton	1351	Ksenon	1170
Rubidiy	403		

12-jadval

**Kimyoviy elementlarning yer qatlamida tarqalganligi
(V.I. Vernadskiy dekadalari bo'yicha)**

Dekada	%	Elementlar
I.	>10	O(49,13), Si(26,00)
II.	1-10	Al(7,45), Fe(4,20), Ca(3,25), Na(2,40), K(2,35), Mg(2,35), H(1,00)
III.	10^{-1} -1	Ti(0,61), C(0,35), Cl(0,20), P(0,10), S(0,10), Mg(2,35), H(1,00)
IV.	10^{-2} - 10^{-1}	F, Ba, N, Sr, Zr, V, Ni, Zn, B, Cu, Sr
V.	10^{-3} - 10^{-2}	Pb, Li, V, Be, Ce, Co, Th, Nb, Pb, Ga, Mo, Br U, Vb, Dy, Gd, Sm, Er, La, Sn
VI.	10^{-4} - 10^{-3}	Sc, W, Cs, Cd, As, Pr, Hf Ar, Zr, Ag, Tu, Ao, Tb, J, Ge
VII.	10^{-5} - 10^{-4}	Se, Sb, Nb, Ta, Eu, Jn, Bi, Tl, Ag
VIII.	10^{-6} - 10^{-5}	Pd, Pt, Ru, Os, Po, Au, Kh, Gr, Te, He
IX.	10^{-7} - 10^{-6}	Ne, Re, Tc
X.	10^{-8} - 10^{-7}	Kr
XI.	10^{-9} - 10^{-8}	Xe
XII.	10^{-10} - 10^{-9}	Ra
XIII.	10^{-11} - 10^{-10}	Pa

13-jadval

**Ba'zi kam eriydigan tuz va gidroksidlarning suvli eritmalaridagi eruvchanlik
ko'paytmasi konstantalari**

Modda	$K_{\text{eruvch.}}$	Modda	$K_{\text{eruvch.}}$
AgBr	$5,3 \cdot 10^{-13}$	$\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$	$1,0 \cdot 10^{-31}$
AgSCN	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$\text{Co}(\text{OH})_3$	$2,0 \cdot 10^{-16}$
Ag_2CrO_4	$1,1 \cdot 10^{-12}$	CuS	$6,3 \cdot 10^{-36}$
AgCl	$1,78 \cdot 10^{-10}$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$5,0 \cdot 10^{-20}$
$\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$6,3 \cdot 10^{-31}$

AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	Fe(OH) ₂	$1,0 \cdot 10^{-15}$
Ag ₂ S	$6,3 \cdot 10^{-50}$	Fe(OH) ₃	$3,2 \cdot 10^{-38}$
Al(OH) ₃	$1,0 \cdot 10^{-32}$	Hg ₂ Cl ₂	$1,3 \cdot 10^{-18}$
BaCO ₃	$5,1 \cdot 10^{-9}$	HgS	$4,0 \cdot 10^{-53}$
BaC ₂ O ₄	$1,1 \cdot 10^{-7}$	Mg CO ₃	$4,0 \cdot 10^{-5}$
BaCrO ₄	$1,2 \cdot 10^{-10}$	Mg(OH) ₂	$6,0 \cdot 10^{-10}$
Ba ₃ (PO ₄) ₂	$6,0 \cdot 10^{-39}$	Mg ₃ (PO ₄) ₂	$1,0 \cdot 10^{-23}$
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	Mn(OH) ₂	$4,5 \cdot 10^{-13}$
CaCO ₃	$4,8 \cdot 10^{-9}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$
Ca ₂ C ₂ O ₄	$2,3 \cdot 10^{-9}$	Pb Cl ₂	$1,6 \cdot 10^{-5}$
CaSO ₄	$9,1 \cdot 10^{-6}$	Pb CrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-14}$
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$2,0 \cdot 10^{-29}$	PbI ₂	$1,1 \cdot 10^{-9}$
CdS	$1,1 \cdot 10^{-29}$	Pb(OH) ₂	$1,1 \cdot 10^{-27}$
PbSO ₄	$1,6 \cdot 10^{-8}$	PbS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
SrCO ₃	$1,1 \cdot 10^{-10}$	Zn(OH) ₂	$7,1 \cdot 10^{-18}$
SrCrO ₄	$3,5 \cdot 10^{-5}$	ZnS	$1,6 \cdot 10^{-24}$
SrC ₂ O ₄	$5,5 \cdot 10^{-8}$	Zn CO ₃	$1,4 \cdot 10^{-11}$

14-jadval

Suvli eritmalardagi ba'zi kompleks ionlarning beqarorlik konstantalari

Kompleks ion	$K_{\text{beqarorlik}}$	Kompleks ion	$K_{\text{beqarorlik}}$
[Ag(CN) ₂] ⁻	$1,4 \cdot 10^{-20}$	[Co(NH ₃) ₆] ³⁺	$6,17 \cdot 10^{-36}$
[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	$5,75 \cdot 10^{-8}$	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻	$1,0 \cdot 10^{-24}$
[Ag(NO ₂) ₂] ⁻	$1,48 \cdot 10^{-8}$	[Fe(CN) ₆] ³⁻	$1,0 \cdot 10^{-31}$
[Ag(SCH) ₂] ⁻	$5,37 \cdot 10^{-9}$	[Fe(SCH) ₆] ³⁻	$5,99 \cdot 10^{-4}$
[Ag(S ₂ O ₃) ₂] ³⁻	$3,47 \cdot 10^{-14}$	[HgBr ₄] ²⁻	$1,0 \cdot 10^{-21}$
[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺	$9,33 \cdot 10^{-13}$	[HgI ₄] ²⁻	$1,5 \cdot 10^{-30}$
[Co(NH ₃) ₄] ²⁺	$4,07 \cdot 10^{-9}$	[Ni(NH ₃) ₄] ²⁺	$3,4 \cdot 10^{-8}$
[Co(NH ₃) ₆] ²⁺	$8,51 \cdot 10^{-6}$	[Zn(NH ₃) ₄] ²⁺	$2,0 \cdot 10^{-9}$
[Co(SCH) ₄] ²⁺	$6,31 \cdot 10^{-3}$	[Zn(SCH) ₄] ²⁻	$2,0 \cdot 10^{-4}$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdusamatov A., Raximov A., Musaev S. «Fizik va kolloid ximiya». T., 1992, 231 bet.
2. Akbarov A.B. «Bioanorganik va biofizik kimyo asoslari». T., 1996.
3. Kasimova S.S. «Biogeniy elementi». Toshkent, 1990.
4. Ravich – Sherbo M.I. Annenkov G.A. «Fizik va kolloid ximiya». T., Meditsina, 1971.
5. Raximov Sh.R. «Anorganik ximiya», 1974.
6. Usmonov X.U., Rustamov X.R., Raximov X.R. «Fizikaviy ximiya», T.
7. Hakimov X.X., Tatarskaya A.Z., Olimho‘jaeva N. T. «Umumiy kimyodan amaliy mashg‘ulotlar». T., 1993.
8. Алексеев И.Н. «Курс качественного химического полумикроанализа», М., 1973.
9. Андропов Л. И. «Теоретическая электрохимия». М., Высшая школа. 1984, 1- va 2- qism.
10. Бабков А.В., Горшкова Г.Н., Кононов А.М. «Практикум по общей химии с элементами количественного анализа». М., 1978.
11. Глинка Н.Л. «Общая химия», 1984.
12. Ленский А. С. “Введение в бионеорганическую и биофизическую химию”. М., 1989, 255 - bet.
13. Оленин С.С., Фадеев Г.Н. «Неорганическая химия», М., 1979.
14. Рубина Х.М. и др. «Практикум по физиологической и коллоидной химии».
15. Ситович И.К. «Курс аналитической химии». М, 1985.
16. Селезнев К.А. «Аналитическая химия». М., 1973.
17. Фролов Ю.Г. «Курс коллоидной химии», М., 1989.

MUNDARIJA

SO'ZBOSHI	3
I BOB. ERITMALAR	6
1.1. Xalqaro SI sistemasida eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari	6
1.2. Bufer eritmalarning xossalari	15
1.3. Eritmalarning kolligativ xossalari	24
II BOB. TITRIMETRIK ANALIZ USULLARI	38
2.1. Kislota-asosli titrlash usulining nazariy asoslari	47
2.2. Kislota-asosli titrlash usuli. Alkalimetriya	55
2.3. Kislota-asosli titrlash usuli. Atsidimetriya	66
2.4. Kompleksonometrik titrlash usuli	84
2.5. Geterogen muvozanat	95
2.6. Cho'ktirish usuli. Argentometriya usuli. Mor usuli	102
2.7. Cho'ktirish usuli. Tiotsianometrik titrlash. Folgard usuli	110
2.8. Oksidlanish-qaytarilish usuli bilan titrlash. Permanganometriya usuli	116
2.9. Oksidlanish-qaytarilish usuli bilan titrlash. Yodometriya usuli	125
III BOB. BIOGEN ELEMENTLAR	135
3.1. Biogen elementlar kimyosi	135
3.2. Biologik muhim <i>s</i> -elementlar	137
3.3. Biologik muhim <i>d</i> -elementlar	139
3.4. Biologik muhim <i>p</i> -elementlar	142
3.5. <i>s</i> -elementlarning kimyoviy xossalari	144
3.6. <i>d</i> -elementlarning kimyoviy xossalari	146
3.7. <i>p</i> -elementlarning kimyoviy xossalari	152
3.8. Sifat analizining asoslari	160
IV BOB. NOORGANOGEN ELEMENTLAR	182
4.1. Noorganogen elementlarning kimyoviy xossalari	188
4.2. Noorganogen elementlar ionlarining sifat reaksiyalari	194
V BOB. FIZKOLLOID KIMYO	205
5.1. Sirt hodisalari. Adsorbsiya	205
5.2. Elektrokimyo asoslari. Biologik suyuqliklarning pH ini potensimetrik aniqlash	220
5.3. Kimyoviy termodinamika va termokimyo asoslari	233
5.4. Dispers sistemalar. Kolloid eritmalarning turg'unligi va ularni olish usullari	250
5.5. Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi	259
ILOVALAR	278
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR	287